

Departamento de Engenharia Civil

Novos Produtos Para a Reabilitação Sustentável de Edifícios de Habitação

Márcio Adriano de Sousa Costa

“Dissertação apresentada na Faculdade de Ciências e Tecnologia da
Universidade Nova de Lisboa para obtenção do grau de Mestre em Engenharia
Civil de Construção”

Orientador Científico: Prof. Doutor Miguel Pires Amado

Lisboa

2010

Agradecimentos

A presente dissertação foi concluída devido à contribuição de várias pessoas a quem não posso deixar de dar uma palavra de agradecimento.

Ao Professor Doutor Miguel Pires Amado pelo seu apoio e colaboração durante a realização da dissertação, partilhando sempre a sua disponibilidade e conhecimentos.

Aos meus pais, namorada e amigos por toda a compreensão, carinho e incentivo dados ao longo do semestre.

Sumário

“Não reflectir seriamente sobre tudo o que lhe diz respeito é dar prova de uma culpável indiferença no que se refere à conservação ou à perda do que nos é mais querido, e isso não deve ocorrer entre nós.”[1]

Nos dias de hoje as actividades do sector da construção civil colaboram em grande escala para o impacte ambiental, e a construção do edificado habitacional destaca-se perante os restantes géneros de edificação pelo volume de edifícios construído, é de vital importância tornar esta actividade cada vez mais sustentável por forma a minimizar o impacte ambiental, respondendo ao mesmo tempo às necessidades do edificado e da população.

Deste modo é necessário o reconhecimento do estado actual do edificado português e dos vários sectores da construção, por forma a responder às deficiências existentes através de uma política de reabilitação da habitação o mais sustentável possível.

Sendo a fase de projecto a mais importante em termos de decisões dos produtos a utilizar, a presente dissertação, comprova que a escolha correcta de produtos sustentáveis podem ter um bom desempenho ambiental, funcional e económico, demonstrando que a sustentabilidade é o futuro para a humanidade.

Palavras chaves: Reabilitação; Sustentabilidade; Construção Sustentável; Produtos Sustentáveis; Produtos Ecológicos; Sistemas de Avaliação e Certificação.

Abstract

"To not think seriously about anything that concerns you is to give evidence a culpable indifference as regards the preservation or loss of that we hold dear, and this should not come between us". [1]

Nowadays the construction industry is an activity with largest environmental impact and construction edified housing stands out against other types of building by volume buildings constructed, it is vitally important to make this activity each more sustainable out to minimize the environmental impact, while responding the needs of buildings and population.

Thus it is necessary the recognition of the current state of the building Portuguese and the various sectors of construction, in order to respond to deficiencies through a policy of rehabilitation housing the most sustainable way possible.

As the design phase is the most important in terms of decisions of products to use, this paper demonstrates that the choice of proper sustainable products can have a good environmental performance, functionally and economically, demonstrating that sustainability is the future for humanity.

Keywords: Rehabilitation; Sustainability, Sustainable Construction; Sustainable Products, Green Products, Systems and Evaluation Certification.

Listagem de siglas

ACV – Análise do Ciclo de Vida (LCA em inglês)

BCA – Betão Celular Autoclavado

BREEAM – Building Research Establishment Environmental Assessment Method

CCOP – Construção Civil e Obras Públicas

CFC – Clorofluorcarbonetos

COV – Composto Orgânico Volátil

EPDM – Borracha de Etileno-Propileno-Dieno

EPI – Environmental Performance Index

EPM – Environmental Preference Method

EPS – Poliestireno Expandido

ESP – Edifícios Solares Passivos

FEPICOP – Federação Portuguesa da Indústria da Construção e Obras Públicas

FSC – Forest Stewardship Council

GEE – Gases de Efeito de Estufa

GRP – Glass-reinforced Plastic

HCFC – Hidroclorofluorcarbonetos

INE – Instituto Nacional de Estatística

IRS - Imposto sobre o Rendimento das Pessoas Singulares

IRC – Imposto sobre o Rendimento das Pessoas Colectivas

ISO – International Organization for Standardization

IVA – Imposto sobre o Valor Acrescentado

LNEC – Laboratório Nacional de Engenharia Civil

LEED - Leadership in Energy and Environmental Design

LSF – Light Steel Framing

MDF – Medium Density Fiberboard

MDI – Diphenylmethane Diisocyanate, resina

MVHR – Mechanical Ventilation with Heat Recovery

NAHB – National Association of Home Builders

OSB – Oriented Strand Board

OSB3 – Oriented Strand Board, sem nós e vazios

PAG – Potencial de Aquecimento Global

PE – Polietileno

PEAD – Polietileno de Alta Densidade

PEC – Energia Primária Incorporada

PFA – Cinzas de Combustível Pulverizadas

PIB – Produto Interno Bruto

PME – Pequenas e Médias e Empresas

PP – Polipropileno

P.P. – Pontos Percentuais

PVC – Policloreto de Vinilo

SCE – Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios

RSECE – Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios

RCCTE – Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios

UE – União Europeia

USGBC – U.S. Green Building Council

UV – Ultra Violetas

VBP – Valor Bruto de Produção

XPS – Poliestireno Extrudido

Índice

| | |
|---|----|
| 1. Introdução | 1 |
| 2. Objectivo | 3 |
| 3. Metodologia..... | 5 |
| 4. Estado da Arte | 7 |
| 4.1.Enquadramento | 7 |
| 4.2.Parque Edificado..... | 28 |
| 4.2.1.Nº de Edifícios | 28 |
| 4.2.2.Distribuição geográfica..... | 31 |
| 4.2.3.Parque Edificado degradado | 34 |
| 4.2.4.Anomalias recorrentes nos edifícios | 36 |
| 4.2.5.Exigências funcionais dos edifícios de habitação..... | 39 |
| 4.2.6.Necessidades mais comuns..... | 42 |
| 4.2.7.Síntese..... | 44 |
| 4.3.Construção Sustentável..... | 45 |
| 4.3.1.Enquadramento | 45 |
| 4.3.2.Reursos e Produtos e Ciclo de Vida | 49 |
| 4.3.3.Processo de Reabilitação Sustentável..... | 56 |
| 4.3.4.Sistemas de Avaliação da Construção | 60 |
| 5. Produtos sustentáveis / ecológicos | 67 |
| 5.1.Enquadramento | 67 |
| 5.2.Tipos de produtos sustentáveis | 68 |
| 5.2.1.Reutilizáveis e Recicláveis | 69 |
| 5.2.2.Reciclados..... | 69 |
| 5.2.3.Reduzido consumo energético ou de águas | 70 |
| 5.2.4.Ecológicos/biológicos..... | 70 |

| | |
|---|-----|
| 5.2.5. Produtos sustentáveis para a reabilitação de edifícios habitacionais | 70 |
| 5.2.6. Verificação da sustentabilidade dos produtos em sistemas construtivos | 87 |
| 5.3. Sustentabilidade na fase de projecto | 100 |
| 5.3.1. Metodologia para a criação de uma checklist para projecto de reabilitação sustentável..... | 100 |
| 5.4. Produtos sustentáveis para a reabilitação | 103 |
| 5.5. Síntese | 109 |
| 6. Conclusões | 111 |
| 7. Desenvolvimentos futuros..... | 113 |
| 8. Bibliografia | 115 |
| Anexos | 123 |
| Anexo I..... | 125 |
| Causas/efeitos que a construção de edifícios envolve na saúde e no ambiente | 127 |
| Classificação das exigências funcionais do edifício de habitação | 129 |
| Medidas de intervenção ao longo de um processo de reabilitação | 131 |
| Anexo II | 133 |
| Pormenores Construtivos das Lajes em estudo..... | 135 |
| Pormenores Construtivos das paredes em estudo | 137 |

Índice de Figuras

| | |
|---|----|
| Figura 4.1 - Evolução do índice de confiança e da situação financeira..... | 8 |
| Figura 4.2 - VBP do sector da Construção | 9 |
| Figura 4.3 - Evolução do número de fogos licenciados | 10 |
| Figura 4.4 - Importância da Manutenção Eficiente | 16 |
| Figura 4.5 - Ciclo de vida da construção | 22 |
| Figura 4.6 - Critérios da política dos 4R's | 23 |
| Figura 4.7 - Reabilitações do Edificado e Construções Novas, Portugal | 25 |
| Figura 4.8 - Número de edifícios clássicos..... | 29 |
| Figura 4.9 - Tipologia dos fogos concluídos em Portugal 2008..... | 30 |
| Figura 4.10 - Estimativas de alojamentos..... | 32 |
| Figura 4.11 - Número da população residente..... | 32 |
| Figura 4.12 - Número médio de pessoas por alojamento, de 2001 e 2008..... | 33 |
| Figura 4.13 - Número de reabilitações totais, por concelho em 2008 | 33 |
| Figura 4.14 - Número de reconstruções por cada 100 construções novas, por concelho em 2008 | 33 |
| Figura 4.15 - Proporção de edifícios com necessidades de reparação..... | 34 |
| Figura 4.16 - Municípios com maior e menor proporção de edifícios com necessidades de reparação..... | 35 |
| Figura 4.17 - Reabilitações físicas do edificado por tipo de obra, Portugal 2007 | 36 |
| Figura 4.18 - Conceitos base de uma construção eco-eficiente | 46 |
| Figura 4.19 - Conceitos base de uma construção sustentável | 47 |
| Figura 4.20 - Diagrama que representa os desafios que se colocam à indústria da construção, as opções estratégicas e as acções que vai ser necessário desenvolver | 48 |
| Figura 4.21 - Consumo de energia nos edifícios habitacionais | 50 |
| Figura 4.22- Exigências funcionais da envolvente dos edifícios..... | 52 |
| Figura 4.23 - Ciclo dos materiais | 56 |
| Figura 4.24 - Processo eficiente de uma reabilitação | 59 |

Índice de Tabelas

| | |
|---|----|
| Tabela 4.1 – Taxa de crescimento anual do VBP do sector da CCOP | 9 |
| Tabela 4.2 - Edifícios de habitação construídos por tipo de obra | 26 |
| Tabela 4.3 - Proporção da reabilitação do edificado relativamente às construções novas de edifícios concluídos para habitações familiares | 26 |
| Tabela 4.4 - Distribuição dos fogos por região | 29 |
| Tabela 4.5 - número de fogos concluídos por entidade investidora..... | 31 |
| Tabela 4.6 - Fogos concluídos para habitação familiar, por tipo de obra, 2008 | 31 |
| Tabela 4.7 - Tipos de construção | 46 |
| Tabela 4.8 - Tipos de energia..... | 49 |
| Tabela 4.9 - Água utilizada na produção de alguns materiais de construção | 51 |
| Tabela 4.10 - Fases e respectivos procedimentos durante uma reabilitação sustentável..... | 58 |
| Tabela 4.11 - Indicadores e respectivas categorias dos Sistemas de avaliação BREEAM, LEED e LiderA | 62 |
| Tabela 4.12 - Parâmetros que podem ser considerados em cada indicador da MARSC-SC... | 65 |
| Tabela 5.1 - Produto corrente vs proposto para fundações | 71 |
| Tabela 5.2 - Produto corrente vs proposto para estrutura | 72 |
| Tabela 5.3 - Produto corrente vs proposto para compartimentação..... | 73 |
| Tabela 5.4 - Produto corrente vs proposto para sistemas prediais | 81 |
| Tabela 5.5 - Produto corrente vs proposto para coberturas..... | 82 |
| Tabela 5.6 - Produto corrente vs proposto para equipamentos | 85 |
| Tabela 5.7 - Descrição dos produtos que compoem as soluções construtivas das lajes escolhidas | 88 |
| Tabela 5.8 - Parâmetros usados de cada indicador e respectivos pesos..... | 89 |
| Tabela 5.9 - Resultados obtidos na quantificação dos parâmetros para as lajes | 89 |
| Tabela 5.10 - Normalização dos parametros, lajes | 89 |
| Tabela 5.11 - Resultados do desempenho ambiental, funcional, económico e da Nota Sustentável para cada laje em estudo | 94 |
| Tabela 5.12 - Descrição dos produtos que compoem as soluções construtivas das paredes escolhidas | 94 |
| Tabela 5.13 - Parametros usados de cada indicador e respectivos pesos..... | 95 |
| Tabela 5.14 - Resultados obtidos da quantificação dos parâmetros das paredes | 95 |
| Tabela 5.15 - Normalização dos parâmetros, paredes | 96 |

| | |
|--|-----|
| Tabela 5.16 - Resultados do desempenho ambiental, funcional, económico e da Nota sustentável para cada parede..... | 99 |
| Tabela 5.17 - Checklist de reabilitação de edifícios, elementos constituintes | 101 |
| Tabela 5.18 - Checklist de reabilitação de edifícios, anomalias e possíveis causas | 101 |
| Tabela 5.19 - Checklist de reabilitação de edifícios, produtos sustentáveis a utilizar | 102 |
| Tabela 5.20 - Lista de produtos sustentáveis para diversos elementos de um edifício | 103 |

Índice de Gráficos

| | |
|--|----|
| Gráfico 5.1 - Perfil sustentável da laje 1, laje de referência | 90 |
| Gráfico 5.2 - Perfil sustentável da laje 2 | 90 |
| Gráfico 5.3 - Perfil sustentável da laje 3 | 91 |
| Gráfico 5.4 - Perfil sustentável das duas lajes de referência | 91 |
| Gráfico 5.5 - Perfil sustentável da laje 4, laje de referência | 92 |
| Gráfico 5.6 - Perfil sustentável da laje 5 | 92 |
| Gráfico 5.7 - Perfil sustentável da laje 6 | 93 |
| Gráfico 5.8 - Perfil sustentável da parede 1, parede de referência | 96 |
| Gráfico 5.9 - Perfil sustentável da parede 2..... | 97 |
| Gráfico 5.10 - Perfil sustentável da parede 3 | 97 |
| Gráfico 5.11 - Perfil sustentável da parede 4 | 98 |
| Gráfico 5.12 - Perfil sustentável da parede 5 | 98 |
| Gráfico 5.13 - Perfil sustentável da parede 6 | 99 |

1. Introdução

A responsabilidade social e o desenvolvimento sustentável são hoje em dia, tema de debate na sociedade, principalmente neste sector da construção, onde ainda se olha com desconfiança para a integração, destas novas tendências no mercado.

Com as “novas” preocupações da sociedade com o ambiente, conforto e económico, surge a necessidade de conhecer quais as potencialidades da actividade da reabilitação, de forma sustentável, no sector da construção. Esta sustentabilidade significa uma economia na construção de uma obra, principalmente no que concerne ao recurso dos materiais e energia dispendida, respondendo ao mesmo tempo, de forma positiva, às exigências, sociais e ambientais.

Este assunto da sustentabilidade é um instrumento poderoso de imagem de marca para as empresas de construção, podendo ajudar a elevar a reputação, gerando maior capacidade de mercado para as mesmas.[2][3][4]

A construção civil é uma das actividades que gera maior impacte ambiental, com 14 a 50% dos recursos materiais extraídos da natureza. A exploração em pedreiras, praias e em leitos de rios e lagos, contribuem para a decrescente qualidade do ar e da água, do aumento dos ruídos e as vibrações, contaminando também o solo gerando a destruição da fauna e flora.[5]

Nos dias actuais o sector de construção tem actuação em duas grandes frentes: a construção nova e a reabilitação de edifícios. Naturalmente, que a construção de novos edifícios ainda predomina no sector, apesar de estar a decrescer o número de novas construções por ano. O que por sua vez não acontece com a reabilitação, que tem um número de reabilitações de edifícios mais pequenos, mas mais constante ao longo do mesmo período de tempo.

A reabilitação de edifícios sustentável não é apenas por ser “amiga do ambiente”, pois acção contribui para também para o critério de aumento do ciclo de vida dos edifícios e dos materiais, proporcionando menores custos de intervenção e manutenção. Assim a ideia de reabilitação não pode ser desenvolvida ao acaso, pois é necessário que a mão-de-obra, em termos de projectistas e gestores de obras, tenham as necessárias competências sobre o assunto.[6]

Uma outra questão em que a reabilitação permite otimizar nos projectos, é a reutilização e reciclagem dos entulhos gerados pela construção e demolição, sendo este factor muito pouco utilizado em Portugal, com uma taxa de 5%, em comparação, por exemplo, com os Países Baixos que têm cerca de 80%. [2]

Assim após o surto excessivo de construção nova da década de 90 até à década de 2000, em que o apoio e incentivos por parte do Estado através de benefícios fiscais e financeiros, levou ao excesso de oferta, hoje deparamo-nos com a estagnação do mercado devido à conjuntura económico-financeira, situação que em Portugal começa a criar condições para a aceitação dos princípios de sustentabilidade, onde se passa a ver a construção sobre o prisma da Reabilitação do parque habitacional do país. [7]

É pois através desta mudança que se irá assumir que é “obviamente necessário conseguir um sábio equilíbrio entre os dois objectivos fundamentais da sociedade, por um lado, dispor de uma infra-estrutura para suportar padrões de vida aceitáveis e, por outro lado, proteger o meio ambiente e aproveitar racionalmente os recursos naturais”. [2]

2. Objectivo

A presente dissertação tem como objectivo principal o estudo e listagem de produtos sustentáveis aplicáveis e adaptáveis à obra de reabilitação de edifícios, de modo a que esta obra seja capaz de solucionar as necessidades do edifício em estado degradado, contemplando em simultâneo os aspectos ambientais e económicos da sustentabilidade aplicada ao projecto de reabilitação de edifícios de habitação.

Estes “novos” produtos são descritos por tipologia (de onde vêm e quais), não devem esses produtos ser relacionados apenas a pensar na melhoria ambiental durante a fase de exploração das matérias-primas e no cuidado com a saúde da população, mas também na verificação de satisfazerem as exigentes regras impostas ao sector da construção, e contribuirem para o aumento do tempo de vida dos edifícios.

Deste modo ao alcançar uma maior durabilidade dos edifícios através da aplicação de produtos mais sustentáveis, está a contribuir-se para a sustentabilidade no seu todo e em particular no sector da construção, que actualmente faz uso de elevada percentagem de recursos não renováveis que se pretende também alcançar com o trabalho.

3. Metodologia

O trabalho foi desenvolvido com base na seguinte metodologia:

Primeiro é efectuado um estudo sobre o estado do sector da construção e da comunidade, conhecendo então quais as suas tendências. Com vista a criar uma noção de enquadramento do sector e do produto, para o qual é necessário primeiro saber o estado actual dos edifícios de habitação, através de um reconhecimento do parque edificado em Portugal.

De seguida é identificado quais são as anomalias mais comuns existentes nos edifícios de habitação, bem como a noção do conceito de sustentabilidade em edifícios de habitação e da existência de novos produtos sustentáveis através do conhecimento fornecido pelas várias empresas do ramo.

Deste modo, será possível apresentar uma relação da patologia dos edifícios com os produtos sustentáveis, para que se demonstre a sua capacidade de responder a todas as exigências requeridas.

Para a identificação dos novos produtos sustentáveis é criada uma lista de comparação do produto corrente e o proposto, definindo, estes últimos, a sua relação com o conceito de sustentabilidade.

Para complementar este tema é efectuada uma checklist aplicável à fase de projecto, onde o projectista terá entretanto o conhecimento das anomalias e causas existentes no edifício, optando então pela solução mais “verde” dentro dos parâmetros envolvidos na obra em questão.

Esta checklist vai proporcionar a ligação dos novos produtos sustentáveis no sector de reabilitação de edifícios, onde o *modus operandis* se mantém semelhante ao existente, realizado então com produtos “preferidos” para que a obra seja antes, durante e depois, uma construção sustentável.

Depois disto é elaborada uma lista dos produtos em estudo, consoante a sua inclusão nos vários elementos que compõem um edifícios de habitação.

| | |
|--------------------------|---|
| Fundações | <ul style="list-style-type: none">• Laje• Parede |
| Estrutura | <ul style="list-style-type: none">• Esqueleto• Laje |
| Compartimentação | <ul style="list-style-type: none">• Pavimento• Parede Exterior• Parede Interior• Tecto |
| Sistemas Prediais | <ul style="list-style-type: none">• Redes de água• Rede eléctrica• Ventilação• Aquecimento |
| Coberturas | <ul style="list-style-type: none">• Planas• Inclínadas |
| Equipamentos | <ul style="list-style-type: none">• Porta• Janela• Sanitário• Iluminação |

Para o desenvolvimento da presente dissertação, foi efectuada uma pesquisa bibliográfica com o meio principal de pesquisa e também através da consulta de sites referentes às bibliotecas online das várias faculdades existentes no país, também de sites científicos como a ISIknowledge e o uso da base de dados B-On (Biblioteca do Conhecimento *Online*) e ScienceDirect, bem como através de motores de pesquisa Google, Googlescholar, entre muitos.

4. Estado da Arte

4.1. Enquadramento

Na vertente socioeconómica de Portugal, o sector da Construção Civil e Obras Públicas (CCOP) é uma das actividades mais importantes, pois é um mercado com avultados investimentos monetários, devido às dimensões e ao número de quantidades de obras existentes, e porque emprega cerca de 11% da população nos seus serviços.[8]

Tendo uma conjuntura socioeconómica tão relevante na vida de um País, a sua evolução depende do montante e das fases investimentos feitos nos vários sectores ligados à construção civil. Podemos então considerar a construção como uma actividade pro-cíclica, onde é evidente a sua expansão em períodos positivos e recessão nos períodos negativos, sendo por isso, é que este sector é muitas vezes considerado como um dos barómetros da economia de um país.[9][10]

Após dois anos de ligeira recuperação, com o PIB a aumentar 1,5%, em 2008 entrou-se num novo ciclo de desaceleração, demonstrando então, que o país ficou afectado com a grave crise internacional.[11]

Portugal atravessa uma má fase devido à crise mundial que afectou o país, e também, de acordo com a FEPICOP, o sector da construção de edifícios há sete anos que se encontra num ciclo recessivo, apesar do aumento do PIB na CCOP em 2008. O aumento do desemprego oriundo deste sector é uma das consequências do actual défice de investimento, comprometendo assim o Estado a lançar para o mercado novas obras públicas minimizando assim a diferença que Portugal apresenta, face à União Europeia.[8]

Através de dados fornecidos pelo INE de 2008, a CCOP regista um decréscimo de 3% de trabalhadores, ou seja, sensivelmente 17.000 pessoas que ficaram desempregadas numa actividade onde ainda engloba 554.000 trabalhadores.[11][8]

Em termos de empregos, a crise económica levou a dois tipos de desenvolvimento de estratégias empresariais: o *downsizing* e o *outsourcing*. Isto é, as empresas optaram por diminuir os seus quadros de pessoal optando por passar subempreitadas para as realizações das obras, respectivamente. Assim as grandes empresas diminuíram os seus quadros e as

pequenas e médias aumentaram, o que provocou o recrutamento da mão-de-obra não qualificada para combater as necessidades das PME.[10]

O conjunto das PME deste sector é responsável por 60% do volume de negócios, o que significa que a CCOP não está directamente dependente das grandes empresas.[10]

As empresas com no máximo 4 empregados representam 60% das empresas, apesar de empregar apenas 15% do total de trabalhadores no sector da CCOP. As grandes empresas, com mais de 100 empregados, representam 1% das empresas, no entanto são responsáveis por 30% dos trabalhadores e por 33% das vendas totais deste sector.[9]

Torna-se necessário um forte investimento na formação da mão-de-obra, em novas tecnologias, novos materiais e técnicas, para criar uma adaptação das empresas de construção a um desenvolvimento cada vez mais exigido pela comunidade nacional e europeia.

Em 2008 realizou-se também um aumento de preços das matérias-primas, como o petróleo, fazendo ressentir a inflação na variação média anual com 2,6%, correspondente a 0,1 pontos percentuais acima do valor registado no ano anterior.[8]

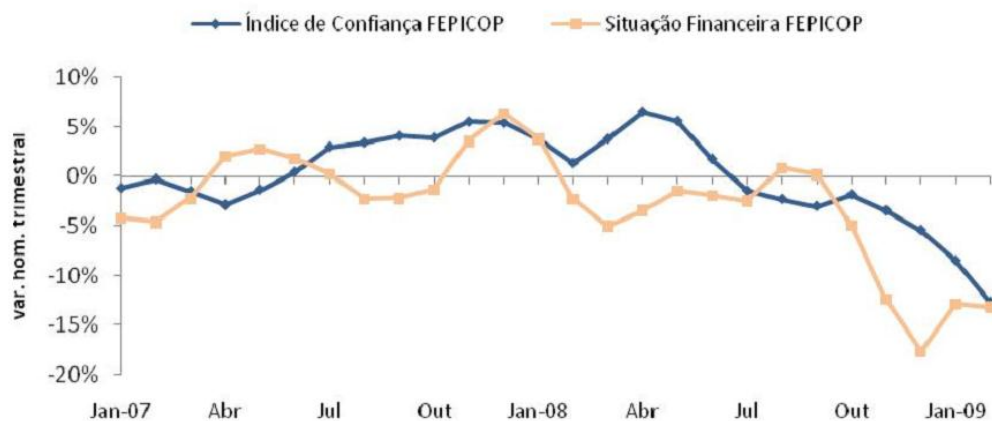


Figura 4.1 - Evolução do índice de confiança e da situação financeira [Fonte: FEPICOP/EU], Março/2009 n°26] [12]

Através dos valores da figura 4.1 verifica-se que os índices de confiança das empresas de construção diminuíram na altura da crise internacional, quando se depararam com a diminuição das suas condições financeiras.[8][12]

Esta situação em que o país se encontra traduz-se na pior crise que o sector da construção atravessa nas últimas décadas, indicando uma contracção no volume de produção por volta

dos 9%, o que contribui numa redução anual de 30% em termos acumulados desde 2002, demonstrado na Figura 4.2.[8]

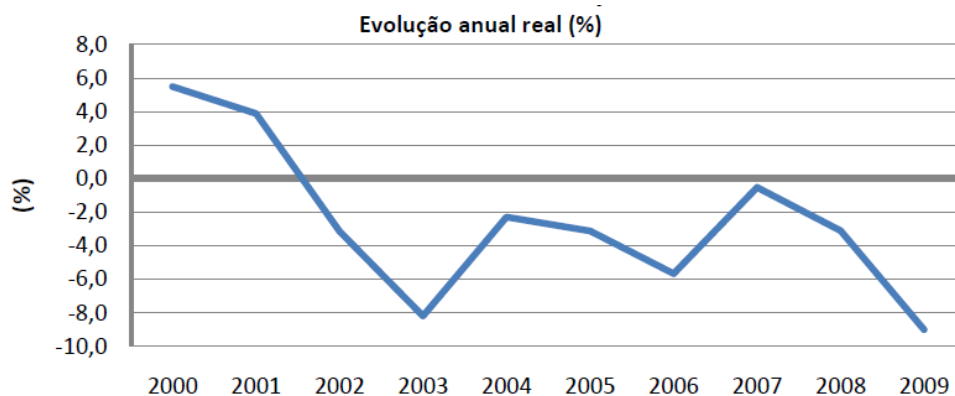


Figura 4.2 - VBP do sector da Construção [Fonte: FEPICOP][8]

De referir que os investimentos previstos, anunciados pelo Estado no programa financeiro dos fundos estruturais, poderão ser a alavanca que este sector de Construção, necessita para a sua recuperação. Do pacote de medidas podemos evidenciar as scuts, auto-estradas, reabilitações de edifícios escolares (Parque Escolar), a nova ponte sobre o Rio Tejo e o novo aeroporto de Lisboa.[8]

Tabela 4.1 – Taxa de crescimento anual do VBP do sector da CCOP [Fonte: FEPICOP][8]

| SECTOR DA CONSTRUÇÃO E OBRAS PÚBLICAS | | | |
|--|----------|----------|----------|
| VALOR BRUTO DE PRODUÇÃO | | | |
| Taxas de crescimento anual em volume (%) | | | |
| | 2008 (E) | 2009 (E) | 2010 (P) |
| EDIFÍCIOS | -6,4 | -17,4 | -12,9 |
| Residenciais | -10,3 | -22,0 | -17,0 |
| Não Residenciais | 0,2 | -10,5 | -7,5 |
| Particulares | 2,6 | -17,0 | -14,0 |
| Públicos | -5,4 | 5,5 | 5,0 |
| Engenharia Civil | 3,0 | 5,0 | 3,0 |
| VBP DO SECTOR | -3,1 | -9,0 | -6,0 |

A FEPICOP estima um aumento da actividade do segmento da construção habitacional na ordem 4,5% para 2010, como é demonstrado na tabela 4.1, apesar da taxa de crescimento anual ainda se encontrar nos valores negativos.[8]

A construção de edifícios para habitação foi o segmento mais afectado com a crise mundial, com a contracção da concessão de crédito e o decréscimo de confiança, conduziram a uma crise na procura de habitação, o que agravou a situação económica da população.

Pela figura 4.3, no final de 2009 é estimado um nível de produção equivalente a 48% do que se realizava em 2001, ano em que se verificou o auge de produção deste segmento. Foi em 2009 que se observou a maior quebra de investimento novo em habitação desde 1994, já que o número de fogos novos licenciados se situou nos 23,9 mil, menos 45% do que 2008. Este aspecto é uma característica deste segmento desde 2000 ano em que se considera o ano máximo de licenciamentos de fogos das últimas décadas.[8][11]

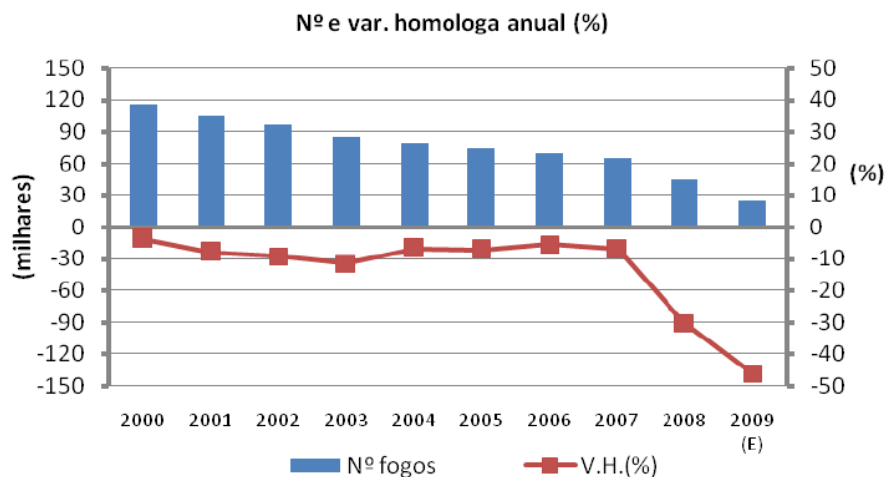


Figura 4.3 - Evolução do número de fogos licenciados [Fonte: INE][8]

A CCOP é um sector muito extenso e a sua caracterização torna-se mais complicada pela diversidade. A construção é uma actividade que abrange muito tipo de clientes desde privados ao Estado, de projectos onde cada um apresenta características diferentes, de produtos que servem para habitação até estradas, de tecnologias onde há diversas especialidades para materiais a equipamentos, e de unidades produtivas onde várias empresas operam para diversos segmentos da construção.[10]

No que concerne à energia consumida em Portugal, existe uma evolução desfavorável que se traduz na obtenção da mesma riqueza com a utilização de maior consumo de energia. Comparativamente com a UE, Portugal está num caminho contrário à restante maioria dos países da UE.[13]

O parque edificado é um sector que consome grandes quantidades de energia, sendo a razão que cada vez mais a UE promove o esforço de combate ao excessivo consumo energético,

através da mudança de sistemas de equipamentos constituintes num edifício, tais como a rede eléctrica, rede de água e esgotos, entre outros.[13]

Em Portugal existem 2,5 milhões de edifícios com potencial de requalificação energética, e o impacto do SCE sobre o mesmo, irá manifestar-se na obrigatoriedade da exibição de um certificado energético aquando da sua venda ou arrendamento.[13]

Um dos factores mais decisivos será a certeza de que o investimento inicial é recuperável num período de tempo relativamente curto, pois os factores como a redução do impacto do consumo energético dos edifícios sobre o ambiente, a melhoria da qualidade do ar interior dos edifícios e consequente melhoria da saúde dos seus ocupantes, serão possivelmente aqueles que mais dificilmente estarão na base da decisão reabilitação, porque a sua tradução monetária é mais difícil para a compreensão por parte do utilizador do edifício ou investidor.[13]

A maior parte das medidas que visam a melhoria da qualidade do edifício integra a chamada estratégia solar passiva, as quais consistem na selecção de técnicas construtivas e de materiais de construção que melhor se apropriem às condições climáticas que caracterizam o local onde um edifício se situa.[13]

Embora a grande fatia do investimento deva ser realizada pelos particulares, o Estado garante alguns incentivos neste domínio, como por exemplo, a política fiscal prevê algumas medidas que visam incentivar a adopção de medidas de melhoria energética dos edifícios, das quais damos conta as possíveis deduções no IRS, IRC e no IVA.[13]

De referir ainda que o Portugal Eficiência 2015 - Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética (PNAEE), prevê a adopção de um Programa denominado “Fiscalidade Verde”. O objectivo deste programa é utilizar a fiscalidade como mais uma ferramenta de incentivo à procura de equipamentos ou materiais energeticamente mais eficientes.[13] “O PNAEE abrange quatro áreas específicas, objecto de orientações de cariz predominantemente tecnológico: Transportes, Residencial e Serviços, Indústria e Estado. Adicionalmente, estabelece três áreas transversais de actuação - Comportamentos, Fiscalidade, Incentivos e Financiamentos - sobre as quais incidiram análises e orientações complementares.”[14]

Os parâmetros de conforto e qualidade ambiental de referência para um edifício de habitação englobam os consumos de energia e água, a iluminação e ventilação natural, a durabilidade do edifício e a economia da sua construção.[15]

Nos anos 90, durante o surto construtivo que existiu em Portugal, a principal preocupação era a situação económica que uma obra de construção gerava, deixando de lado as situações de conforto e qualidade da construção. Nesse caso as condições de conforto e qualidade do presente parque edificado português encontram-se com padrões abaixo dos parâmetros requeridos actualmente. De seguida é apresentada uma lista dos parâmetros de conforto e qualidade impostas aos edifícios de habitação[15]:

- **Economizar energia e água** – Os edifícios devem se encontrar com as condições necessárias ao eficiente consumo energético e de água. O consumo contínuo de energia constitui o maior impacte ambiental dos edifícios, que está relacionado directamente desde a construção do edifício, durante a sua utilização e manutenção até à demolição. Assim o edifício deve economizar o consumo na fase da sua construção e de conter sistemas de utilização de energias de fontes renováveis. No caso do consumo de água é determinante assegurar o controlo das águas residuais através de sistemas de descarga e de fornecimento de água mais económicos. Neste âmbito pode existir sistemas que contenham algum reaproveitamento de águas pluviais para o consumo dos edifícios, como por exemplo na ocorrência das limpezas.
- **Assegurar a salubridade do edifício** – Este parâmetro consiste em salvaguardar o conforto ambiental no interior do edifício através da existência de uma económica e eficaz iluminação e da ventilação natural. Estes factores se não forem cumpridos irão influenciar os consumos energéticos dos edifícios, gerando maiores gastos.
- **Maximizar a durabilidade do Edifício** – Nos dias de hoje a preocupação de um projecto consiste na resistência em vez da durabilidade. Algo que necessita de se alterar, pois nesta fase pode-se aumentar significativamente o ciclo de vida de um edifício, com a escolha de produtos e de técnicas mais sustentáveis, sem descurar a resistência exigida num edifício.
- **Ser económica** – Se todos os pontos anteriores forem cumpridos, a obra tornar-se-á automaticamente mais rentável, indo em conta com os interesses do dono de obra. No entanto, se as obras executarem-se em períodos mais curtos, estas englobarão menores encargos, pois a mão-de-obra ainda é um dos agentes mais caros.

Durante os últimos tempos, as necessidades da sociedade aumentavam ao longo do crescimento da população mundial, particularmente após a Revolução Industrial. Nestas épocas o conceito de sustentabilidade baseava-se no desenvolvimento da sociedade com princípios económicos e poucos ambientalistas.[16][17][18]

Em relação à CCOP, esta visão desenvolveu um surto construtivo e desordenado, o qual promoveu a degradação dos solos e aumentou a probabilidade de ocorrência de cheias além de uma enorme pressão sobre a orla costeira.[5]

Os impactes ambientais provocados pelos edifícios podem ser caracterizados por três categorias[15]:

- Correspondentes com o consumo energético, tem-se as alterações climáticas e a chuva ácida;
- Problemas não relacionados com a energia, tais como a produção de resíduos e a degradação da camada de ozono;
- A alteração dos ecossistemas, incorporando a desflorestação e desertificação.

Os impactos são gerados nos vários segmentos da construção, desde a extracção de materiais, fabrico de produtos, construção de edifícios e outros, durante o seu ciclo de vida [19][5][15][20]:

- **Consumo de recursos naturais**

Com 50% de extracção de materiais à natureza para a produção de produtos de construção, pode-se então descrever que o sector da construção é uma das actividades com maior impacto ambiental. Em Portugal são mais de 50 milhões de toneladas de inertes extraídos em pedreiras, praias e em leitos de rios e lagos, o que constituem umas das principais formas de degradação da geologia e da qualidade ambiental.

Pedreiras - O seu impacto é agravado pelo facto de ser muitas das vezes realizada em “céu aberto”, pois é mais lucrativa, no entanto este tipo de técnica de extracção incide negativamente sobre a qualidade do ar e da água, vibrações e contaminações no solo, destruindo a fauna e flora.

Áreas de praias e dos leitos dos rios e lagos - A extracção nestes lugares origina alterações profundas do regime de escoamento, perturbando o equilíbrio ambiental existente,

destruindo os habitats e ecossistemas que sustenta as várias espécies. Se estas alterações situarem-se próximas de povoações ou obras públicas, estas podem provocar danos graves de segurança.

Gestão da água - A grande exploração de águas subterrâneas para o abastecimento público, onde o consumo é maior que a reposição natural, acabará por repercutir nos aquíferos e por sua vez, no ciclo hidrológico.

- **Geração de Resíduos Sólidos e Líquidos**

Em Portugal mais de 50% de resíduos resulta do sector da construção, aproximadamente 10 milhões de toneladas, o que provoca um grande entrave para o seu aterro, estando a sua deposição sem o controle necessário. Esta deposição descontrolada pode originar lixeiras, provocando um prejuízo incalculável para o meio ambiente.

Segundo alguns autores, como Lippiatt (1998), os resíduos sólidos podem causar o fenómeno nutrificação, ou seja, causa o aumento de concentração de nutrientes no solo como nitrogénio, fósforo e potássio, provocando então um desequilíbrio na flora e fauna e o possível desenvolvimento de espécies.

Em relação aos estaleiros de construção, esta gera em estaleiro cerca de 20% de desperdícios de materiais.

- **Emissões atmosféricas**

O fabrico de produtos emite poluentes como o dióxido de carbono (CO_2 , composto volátil), destruindo a camada de ozono e desenvolve o efeito estufa. Um exemplo é a produção de cimento, onde uma tonelada de clínquer provoca uma emissão atmosférica em cerca de 1,2 toneladas de CO_2 .

Outros compostos emitidos à atmosfera na combustão de combustíveis para a produção são o monóxido de carbono (CO), os compostos nitrogenados como o óxido nítrico (NO) e o dióxido de azoto (NO_2), e são trivialmente conhecidos por NO_x , compostos sulfurados como os óxidos de enxofre (SO_2 , SO_3 e SO_4), entre muitos mais.

Todos estes gases são nocivos ao meio ambiente, como por exemplo, os óxidos de enxofre juntamente com os compostos nitrogenados provocam chuvas ácidas, o dióxido de carbono (CO₂) é um gás efeito estufa (GEE) que altera as condições climáticas da Terra. O outro composto volátil CO, monóxido de carbono, é mau para os seres vivos, pois influencia a capacidade de captação do CO₂ provocando problemas no sistema nervoso até mesmo a morte.

- **Consumo de Energia**

Para a obtenção de um produto de construção é necessário gastos de energias, que actualmente são provenientes de combustíveis fósseis, termo e hidroelectricidade, gás natural, entre outros.

Os próprios edifícios constituem também uma exploração enorme de energia na sua construção e utilização, durante o seu ciclo de vida. Na União Europeia, os Edifícios consomem 40% de energia e são causadores de 30% das emissões de CO₂, devido às deficiências existentes nos sistemas dos edifícios. De salientar que o segmento da habitação representa significativamente os consumos energéticos do sector da construção, onde 50% dos seus gastos são em iluminação, aquecimento e arrefecimento.

O facto da produção e a construção necessitarem de energia, e ao mesmo tempo emitirem GEE nos seus processos, estes ameaçam o ecossistema mundial é por estes factores que a produção de energia é considerada por muitos a grande ameaça da sociedade.

- **Produto/Construção final**

Na fase final de produto são verificadas perdas decorrentes no seu deficiente armazenamento, manuseamento incorrecto, falta de conformidade com as normas, bem como o uso excessivo de embalagens que serão descartadas e consideradas como lixo.

Ver em Anexo I página 127, o resumo de variados pontos de causa/efeito que a construção de edifícios pode envolver na saúde e no ambiente.

Manutenção - As más práticas de manutenção num edifício levam a um estado de degradação tal, que a sua reabilitação torna-se mais dispendiosa em termos económicos, de recurso de materiais e energéticos. Ao depender-se novamente destes últimos dois, como referido anteriormente, significa prejudicar o meio ambiente.

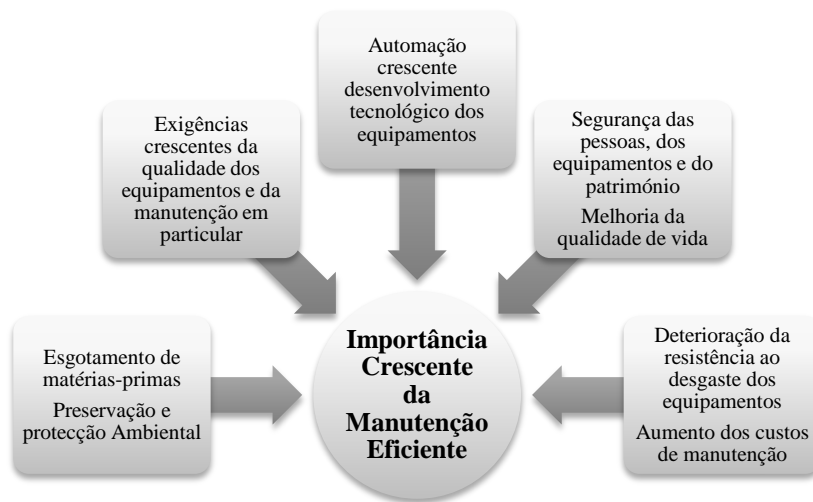


Figura 4.4 - Importância da Manutenção Eficiente[21]

O Homem tem inúmeras características diferentes dos restantes seres vivos, onde se inclui a sua dinâmica de produção e transformação contínua de técnicas, através do seu incessante aperfeiçoamento e da sua vontade de querer sempre ir mais além.[22]

Com o surgimento do primeiro surto de globalização de movimentos sociais e ambientais, assinalaram-se mudanças radicais em todos os domínios dos costumes de uma sociedade. Para os pioneiros da contestação, interrogavam-se onde o mundo iria estar, caso a desenfreada e ingénua evolução se prolonga-se.

“All people have their basic needs satisfied, so they can live indignity, in healthy communities, while ensuring the minimum adverse impact on natural systems, now and in the future.”[4][23]

O crescimento económico é um objectivo Mundial, no entanto contém um grande problema na sua ocorrência de forma não sustentada, implicando então, impactos negativos ao meio ambiente.[18]

Ao longo destes anos foram elaborados vários relatórios com o tema de base o Desenvolvimento Sustentável[24][25]:

- Relatório do Clube de Roma (1968)
- Declaração de Estocolmo (1972)
- Relatório de Bruntland (1987)
- Declaração do Rio (1992)
- Agenda 21 (1992)

No caso do Relatório de Bruntland difundiu o conceito de “o desenvolvimento sustentável é aquele que atende as necessidades do presente sem comprometer as possibilidades de as gerações futuras atenderem suas próprias necessidades”. [25]

A grande dificuldade da difusão dos conceitos e de novos costumes sustentáveis, está no difícil acesso da informação à população e aos vários sectores que englobam uma sociedade. Porque para alcançar a plenitude de uma sustentabilidade é necessária a transformação de todas as actividades humanas. [18][26]

Torna-se necessário elaborar um meio de informação que não só demonstre o que pode acontecer no futuro, mas também identificar outras configurações, por forma, a contornar os impactos negativos na natureza que continuamente a sociedade tem vindo a efectuar.

No que concerne à construção civil foi elaborada uma conferência em 1994 sobre a construção sustentável, onde foram enunciados seis princípios para a sustentabilidade[24]:

- Minimizar o consumo de recursos;
- Maximizar a reutilização dos recursos;
- Utilizar recursos renováveis e recicláveis;
- Proteger o ambiente natural;
- Criar um ambiente saudável e não tóxico;
- Fomentar a qualidade ao criar o ambiente construído.

Foram estes seis princípios que desenvolveram o encadeamento de novos ideais, até aos dias de hoje, em torno da operacionalização de todos os segmentos da construção civil, desenvolvendo então novas técnicas sustentáveis de produção, de produtos e de sistemas de construção. [24]

A elaboração de um novo modelo de desenvolvimento com princípios de sustentabilidade tornou-se assim um desafio para o sector da construção.

A sustentabilidade não se limita a uma determinada orientação, mas sim numa maneira de abordar com lógica e racionalidade os desafios de cada projecto. Cada obra é um desafio para o projectista, em que este, tenta integrar o edifício no meio ambiente, e quanto maior for essa adaptação mais assegurada está a sua sustentabilidade. Este equilíbrio é encontrado através de soluções construtivas dependentes da função, local e condições ambientais de um edifício.[27]

Mas o que interessa aplicar conceitos sustentáveis, se na prática de algumas políticas positivas para o ambiente, não têm a “comprovação” da sua realização e se a sua viabilidade é realmente efectiva? Sendo assim é imprescindível a optimização e o maior rigor possível em todas as práticas de sustentabilidade durante uma construção, porque só assim é aceitável atingir a meta de um edifício sustentável.[22]

O surgimento de novas regras ambientais da sociedade associado ao desenvolvimento sustentável, trazem consigo a complexidade na reformulação de processos e impacto financeiro nas PME do sector da construção. Esses processos incluem a formação do quadro empresarial e mão-de-obra, a mudança dos seus métodos construtivos e maquinaria, bem como o controlo de qualidade dos seus trabalhos.[25][15]

O desenvolvimento sustentável implica a preocupações com a qualidade de vida, questões sociais, sanitárias e éticas. Para tal é preciso que haja um desenvolvimento racional, caracterizado pelo equilíbrio social, económico e ambiental. Estes são considerados por muitos autores as principais dimensões para se realizar um desenvolvimento sustentável.[15]

A ligação destas dimensões com a construção torna-se importante, pois a indústria tem uma participação considerável no PIB e é responsável por muitos postos de trabalho e as suas actividades interagem com o meio ambiente quer na extracção de materiais, fabrico de produtos e construções que modificam o ecossistema.[28]

“A construção de uma sociedade alicerçada nos princípios do desenvolvimento sustentável exige novos compromisso de todos. Cabe a cada um, do cidadão ao Estado, conhecer e compreender essas premissas, assumindo a responsabilidade de alinhar as suas condutas e futuras com as mesmas.”[15]

Obra sustentável é aquela que planeja e prevê todos os impactos que pode provocar ao longo de todo o seu ciclo de vida, responsabilizando-se por tudo o que consome, gera, processa e descarta.

A sustentabilidade da construção é referente às questões económicas e ambientais de qualquer objecto da construção ao longo de todo o seu ciclo de vida. Com isto é necessário avaliar o ciclo de vida dos produtos para que se obtenha um aumento de longevidade dos mesmos, com menores gastos de energia, económicos e mantendo o conceito de ética ambiental e social ao longo de todo o processo.[22]

No entanto, o acesso a estes novos produtos sustentáveis e o seu financiamento, não basta ser somente um procedimento legal, mas como tem de ser completamente aprovado pela comunidade, para assim se obter um crescimento sustentável, com lucros desejados para as empresas empenhadas nesta nova visão. Pois uma indústria rentável está claramente em vantagem e apta para o surgimento de novas regras de sustentabilidade.

Este método contribui para um aumento qualitativo do ambiente urbano construído, proporcionando melhor qualidade de vida à população, sem descurar um meio ambiente equilibrado. A concepção de sustentabilidade só é almejada quando se obtém um processo cíclico, onde os “desperdícios de um processo sustenta o outro processo”. [22]

Visto uma construção poder ser sustentável quando pondera em conjunto as temáticas ambientais, económicas, sociais e culturais, foi necessário criar um modo de avaliação da construção em termos de sustentabilidade.

A criação destes métodos não se estende somente a assuntos académicos, como cada vez mais a indústria tenta reconhecer esta ferramenta de avaliação. Nos dias de hoje as ferramentas mais conhecidas são a BREEAM, desenvolvida no Reino Unido, a LEED que foi elaborada nos Estados Unidos da América, a Green Building Challenge Framework (GBTool) desenvolvida por 20 países em conjunto e a LiderA mais conhecida em Portugal.[29]

Este tipo de ferramenta encontra-se em constante desenvolvimento, pois se encontra dependente de produtos que estão sempre em evolução, quer em termos estéticos, económicos, ambientais e vários parâmetros, consoante a sua funcionalidade. Nos dias actuais o desenvolvimento de um produto é feito com base na sua funcionalidade, mas principalmente em termos económicos, algo que tem de se alterar, pois os ideais e legislações das sociedades

reformularam-se, de forma a garantir que um produto não seja somente mais económico, mas também funcional e ecológico, assegurando então o desenvolvimento da sustentabilidade nas diversas actividades humanas.[29]

“Do que se trata agora é da convergência bem sucedida da criatividade e da inovação e da teoria e prática, onde a invenção, a performance, a estética e um conhecimento profundo do factor humano se combinem para criar abordagens e projectos experimentais”.[22]

O processo de fabrico de novos produtos sustentáveis é realizado através da redução dos recursos naturais, dos consumos de energia e de água, que originem menores quantidades de resíduos e que possibilitem a fácil reutilização e com reciclagem total comprovada, sempre associados a um aumento de durabilidade comparativamente com os tradicionais, sendo todos estes pontos essenciais para uma escolha responsável.[22]

O sector da construção tem como finalidade que uma obra cumpra os requisitos de funcionalidade, segurança, durabilidade, interesses económicos, estética e o impacte ambiental. No caso da indústria de construção são os produtos fabricados que têm de cumprir os mesmos objectivos, pois numa reabilitação de um edifício, juntamente ao uso destes mesmos produtos poderemos almejar um dos passos para um edifício direccionar-se no longo caminho da sustentabilidade. Para a obtenção de produtos sustentáveis é inevitavelmente necessária a evolução da indústria tecnológica, aumentando assim, os seus valores de eficiência económica, e menores impactos ambientais.

O principal segmento da construção civil com a visão mais sustentável, é a Reabilitação de Edifícios, porque em termos energéticos, a utilização racional da energia (URE), é a forma mais eficiente na redução de produção de energia. No domínio da construção, a extensão de vida útil (EVU), é a forma mais eficaz de reduzir o surto de construção gerado nestes últimos anos.[5]

As acções de reabilitação estão presentes em todas as fases de construção, perfazendo uma melhoria substancial em relação à construção nova[5]:

- Redução de extracção da matéria-prima;
- Dependendo do tipo de obras e materiais escolhidos, existe uma redução na produção de materiais ou produtos de construção;
- As actividades são muito mais específicas, sendo então de menores dimensões, tais como o estaleiro, transporte de materiais e a perturbação na vizinhança envolvente;

- Na fase de demolição existe uma tentativa de aproveitamento dos resíduos gerados, sendo aproveitados para a mesma obra ou então para outras diminuindo os encargos que uma obra pode ter com materiais novos;
- Nos vários sistemas existentes nos edifícios, a quando a sua substituição, é sempre tida em conta o aumento de eficiência da sua actividade, ou seja, reduzir os consumos de energia, de água, e melhorando a qualidade do ar e conforto térmico;
- As próprias reabilitações têm em vista o aumento do tempo de vida do edifício, bem como a elaboração de planos de manutenção e uso do edifício, reduzindo os encargos financeiros futuros e os impactes ambientais que as obras representam;

Os Edifícios têm sempre um ciclo de vida útil que se inicia na fase de concepção até à sua desactivação. Pode-se entender que a fase de concepção seja na extracção dos materiais que constituem os produtos para a realização de um edifício, até á fase de desactivação, que se entende do ponto de vista da reabilitação, por reutilização ou reciclagem.

Como é de foro comum, um edifício é projectado para um período de 40/50 anos, no entanto, estes valores nunca são almejados devido a vários factores, entre eles está a má utilização do edifício por parte dos utentes. Outro dos casos, está intimamente ligado com as actividades decorrentes na construção dos edificios, pois “a forma como as estruturas construídas são obtidas e erigidas, usadas e operadas, mantidas e reparadas, modernizadas e reabilitadas, e finalmente desmanteladas (e reutilizadas) ou demolidas (e recicladas), constituem o ciclo completo das actividades construtivas sustentáveis”. [16]

A ferramenta que melhor demonstra a superioridade da sustentabilidade é a Análise do Ciclo de Vida de um Edifício. As várias fases do ciclo de vida de um edifício são, a sua concepção, construção, operação e termina na sua desactivação, onde as mesmas são responsáveis por impactes ambientais. [12]

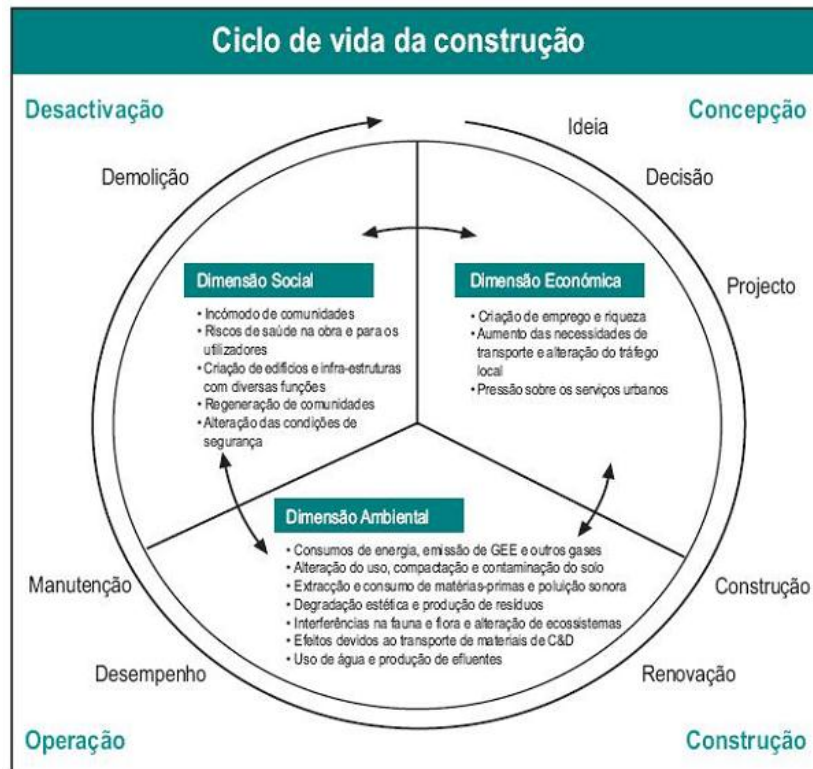


Figura 4.5 - Ciclo de vida da construção[12]

Na figura 4.5 é esquematizado alguns factores negativos da construção tradicional ao longo do ciclo de vida de um edifício. Assim com os conceitos de sustentabilidade inseridos por exemplo num projecto, é demonstrado, exemplos de melhoria qualitativa e quantitativa durante o ciclo de vida[12]:

- Na fase que corresponde à concepção, ou seja, ao planeamento do projecto, este encontrará soluções construtivas racionais e optimizadas do ponto de vista económico, através da escolha de materiais, melhores consumos de energia e água, bem como a qualidade de vida dos utentes.
- Na construção obtém-se uma diminuição do consumo de recursos, de vibrações e ruídos, e também uma redução na produção de resíduos e a inexistência de pressões e impermeabilizações dos solos que provocam fortes impactes ambientais.
- Durante a operação do edifício existe menores consumos de energia e de água, de emissões atmosféricas através dos materiais e sistemas implementados no edifício, e também na produção de resíduos, o que diminui o seu transporte para aterros.
- Sendo a desactivação, a fase que mais gera resíduos, existe uma preocupação maior com o processo de demolição, através de menores ruídos, vibrações, poeiras, emissões

atmosféricas e aproveitamento do material (resíduos) aplicando com maior aperto na política do 4 R's.

Actualmente a base de qualquer intervenção de reabilitação, é a política sustentável dos 4R's, que se caracteriza pela minimização de resíduos das obras de construção. Este processo envolve critérios (4R's) durante todo o ciclo de vida de uma construção: Reduzir, Reutilizar e Reciclar.

Reduzir - Esta situação surge na impossibilidade de recusar um produto ou material, sendo a melhor resolução do problema, o evitar o seu aparecimento, como é o caso dos resíduos, onde a sua redução gera menores quantidades de lixo.[5][30]

Reutilizar - Consiste no aproveitamento de produtos ou materiais, sem que estes tenham sofrido quaisquer tipos de alterações complexas. Para tal, a demolição tem de ser organizada e selectiva de modo a que estejam nas condições necessárias para a sua reutilização. [5][30]

Reciclar - Este processo reintroduz o produto ou material quer estes sejam sólidos, líquidos ou gasosos, de modo a que possam ser reelaborados dentro de um processo novo de produção que envolva gastos de energia, gerando então um novo produto/material. Entre os materiais mais reciclados são conhecidos o aço, o vidro e a madeira. [5][30]

Recuperar – Processo que consome energia devido aos resíduos que não podem ser reduzidos, reutilizados ou reciclados. Esta é uma opção direccionada maioritariamente para a indústria e inclui opções como a incineração, por exemplo, através da queima controlada de resíduos produz energia eléctrica. Outro caso é o reintegrar o produto a natureza, ou seja, transformá-lo novamente em um recurso natural, exemplo: compostagem de resíduos orgânicos para fazer húmus e adubo.[30]

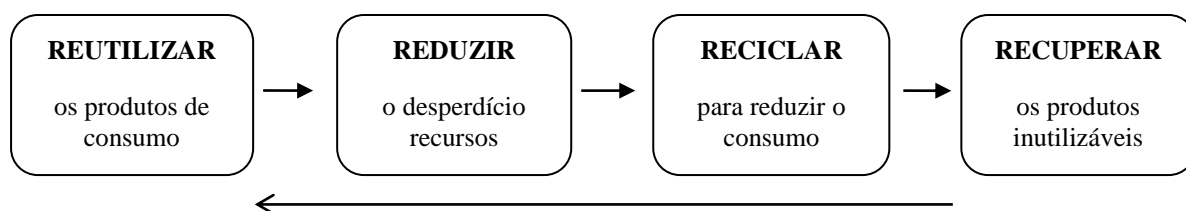


Figura 4.6 - Critérios da política dos 4R's (adaptado de [5])

Esta sequência de critérios (Figura 4.6) foi elaborada para que exista um reconhecimento da decisão a fazer em relação ao entulho gerado numa obra. O critério da reutilização encontra-se em segundo plano por gastar menos energia do que a reciclagem. Em relação ao critério da redução é claramente o mais importante, pois pode ser aplicado a curto prazo, com benefícios imediatos no mercado, para as empresas de construção, pois “tempo é dinheiro”. [25]

Infelizmente esta política ainda não se encontra enraizada na cultura das empresas portuguesas, prejudicando o ambiente, na utilização excessiva de aterros sanitários. Se existisse uma diminuição ao recurso de aterros, possibilitava-se a compensação dos resíduos, que hoje em dia, não é permitida a sua queima, para evitar a emissão de poluentes para atmosfera, já muito desgastada.

A recuperação, manutenção e restauração de edifícios é referida tecnicamente como muitas das vezes por *retrofit*. *Retrofit* tem nas suas origens nas expressões latina *retro*: movimentar-se para trás e inglesa *fit*: adaptação, ajuste [31]. Este conceito arquitectónico busca do edifício com a actualidade, através de novos materiais, produtos e técnicas, de forma, a que acompanhe a evolução tecnológica ao longo dos tempos. Estes conceitos que traçam a consciência ecológica são a base da mudança de pensamentos para a sociedade. [32]

Do ponto de vista da sociedade, esta tem dado claros sinais que os métodos tradicionais já não são aceitáveis num futuro muito próximo.

Mais uma vez, a estratégia do sector CCOP de Portugal, é significativamente diferente de alguns países da UE. Sendo predominante na estrutura produtiva em Portugal a construção nova, enquanto na Europa Ocidental, predomina a manutenção e a recuperação de edifícios. [5][19]

A degradação dos edifícios advém da mudança de costumes sociais por parte da sociedade que levam ao abandono do imóvel. Um dos casos é o dos utentes não utilizarem de forma correcta os vários elementos de um edifício de habitação, baixando então os níveis de conforto térmico, ventilação e sonoro. [32][33] Outra possibilidade é a alteração do tipo de uso do edifício sem a preocupação indispensável com as novas exigências aos vários níveis que um edifício acarreta, tal como a transformação de um armazém para um edifício de habitação.

Assim pode-se dizer que a reabilitação tem como concepções base a utilidade e a função, tendo no caso de edifícios, a atenção em saber se trata de edifícios correntes ou de património cultural.[5]

A tradição e convicção da sociedade portuguesa são de que uma casa é um imóvel sólido e durável, onde a sua aquisição é sempre um bom investimento. No entanto, ser inquilino já não é propriamente bem correspondido pelos sentimentos próprios da população. Juntando a esta situação, temos a permissividade por parte da fiscalização, que não penalizam comportamentos impróprios ao longo dos tempos, nos edifícios de habitação[19].

Em Portugal no ano de 2008, 53.600 edifícios foram concluídos, onde 10.700 correspondem a obras de reabilitação, o que significa, que 20.1% das obras do sector da construção, são referentes à reabilitação[11].

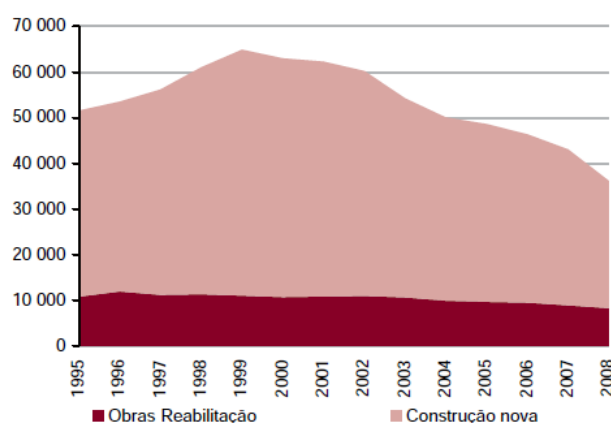


Figura 4.7 - Reabilitações do Edificado e Construções Novas, Portugal[11]

Do gráfico apresentado na figura 4.7 acima apresentado, é demonstrada uma estabilidade relativa das reabilitações de edifícios até 2002, após esse ano existe uma quebra sustentada. No entanto para as construções novas a quebra é muito mais acentuada, o que demonstra que a sociedade, em alturas de crise financeira diminui o número de construções novas, a ser obrigada a maiores contenções e preferirem a reabilitação de edifícios.[11]

Tabela 4.2 - Edifícios de habitação construídos por tipo de obra[11]

| | 2001 | | 2002 | | 2003 | | 2004 | | 2005 | | 2006 | | 2007 | | 2008 | |
|-------------------|-------------------------|--|-------------------------|--|-------------------------|--|-------------------------|--|-------------------------|--|-------------------------|--|-------------------------|--|-------------------------|--|
| | Cons- trução Nova | Reabili- tação do edi- ficado | Cons- trução Nova | Reabili- tação do edi- ficado | Cons- trução Nova | Reabili- tação do edi- ficado | Cons- trução Nova | Reabili- tação do edi- ficado | Cons- trução Nova | Reabili- tação do edi- ficado | Cons- trução Nova | Reabili- tação do edi- ficado | Cons- trução Nova | Reabili- tação do edi- ficado | Cons- trução Nova | Reabili- tação do edi- ficado |
| Portugal | 43 219 | 8 073 | 46 470 | 7 834 | 40 542 | 7 525 | 32 534 | 6 618 | 33 693 | 6 666 | 29 647 | 6 430 | 33 946 | 7 550 | 35 748 | 7 834 |
| Norte | 16 986 | 2 838 | 17 631 | 2 780 | 15 386 | 2 594 | 11 665 | 2 202 | 11 589 | 2 039 | 9 847 | 1 926 | 12 219 | 2 353 | 13 424 | 2 716 |
| Centro | 12 371 | 2 808 | 13 690 | 2 738 | 12 000 | 2 456 | 9 697 | 2 030 | 9 697 | 2 028 | 8 385 | 1 911 | 9 551 | 2 052 | 10 199 | 2 209 |
| Lisboa | 5 286 | 241 | 5 985 | 285 | 4 673 | 393 | 4 137 | 482 | 4 273 | 693 | 4 312 | 843 | 5 002 | 1 217 | 4 860 | 1 060 |
| Alentejo | 3 699 | 1 119 | 3 832 | 987 | 3 488 | 955 | 2 925 | 905 | 3 076 | 890 | 2 804 | 770 | 2 925 | 785 | 2 773 | 842 |
| Algarve | 2 826 | 406 | 3 020 | 475 | 2 704 | 505 | 2 229 | 456 | 2 866 | 455 | 2 295 | 456 | 2 285 | 593 | 2 384 | 522 |
| Reg. Aut. Açores | 848 | 382 | 1 070 | 291 | 1 127 | 328 | 907 | 303 | 1 096 | 310 | 1 035 | 282 | 1 089 | 360 | 1 194 | 274 |
| Reg. Aut. Madeira | 1 203 | 279 | 1 242 | 278 | 1 164 | 294 | 974 | 240 | 1 096 | 251 | 969 | 242 | 875 | 190 | 914 | 211 |

Tabela 4.3 - Proporção da reabilitação do edificado relativamente às construções novas de edifícios concluídos para habitações familiares[11]

| | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Portugal | 18,7 | 16,9 | 18,6 | 20,3 | 19,8 | 21,7 | 22,2 | 21,9 |
| Norte | 16,7 | 15,8 | 16,9 | 18,9 | 17,6 | 19,6 | 19,3 | 20,2 |
| Centro | 22,7 | 20,0 | 20,5 | 20,9 | 20,9 | 22,8 | 21,5 | 21,7 |
| Lisboa | 4,6 | 4,8 | 8,4 | 11,7 | 16,2 | 19,6 | 24,3 | 21,8 |
| Alentejo | 30,3 | 25,8 | 27,4 | 30,9 | 28,9 | 27,5 | 26,8 | 30,4 |
| Algarve | 14,4 | 15,7 | 18,7 | 20,5 | 15,9 | 19,9 | 26,0 | 21,9 |
| Reg. Aut. Açores | 45,0 | 27,2 | 29,1 | 33,4 | 28,3 | 27,2 | 33,1 | 22,9 |
| Reg. Aut. Madeira | 23,2 | 22,4 | 25,3 | 24,6 | 22,9 | 25,0 | 21,7 | 23,1 |

Nas tabelas 4.2 e 4.3 é demonstrada com maior pormenor, que o peso da reabilitação do edificado tem aumentado nos últimos anos.

De referir, que todos os resultados que foram contabilizados para as estatísticas, são as licenças Municipais existentes das obras concluídas. Assim todas as obras que estejam isentas de licença, não foram contabilizadas para o estudo do INE, tais como as obras de reconstrução ou de alteração que não impliquem modificações na estrutura de estabilidade, das cérceas, das fachadas e telhados.[11]

A reabilitação de edifícios pode tornar-se mais complicada do que a construção nova, devido à necessidade de materiais, tecnologias e mão-de-obra diferentes, que não estão ainda enraizadas nos costumes do sector da construção.

Com a existência de edifícios antigos no nosso parque edificado agrava ainda mais a complexidade da reabilitação, pois as técnicas e o conhecimento sobre a construção desse tempo são desconhecidas para a maioria dos construtores. [34][35]

O sector da Construção Civil e Obras Públicas é caracterizado por um baixo nível de escolarização na sua mão-de-obra, onde 90% possuem habilitações iguais ou inferiores ao 3ºciclo. Esta situação torna difícil à realização de formação, para a adaptação mais completa dos vários segmentos da construção civil, como é o caso da reabilitação.[5] A eco

alfabetização deste sector é o instrumento principal para o almejo da sustentabilidade, de modo a que todo o sector da construção civil possua a mesma postura perante o edificado reconhecendo os seus *inputs /outputs* de produtos e energias.[32]

Assim o sucesso das obras realizadas através da reabilitação depende de vários factores, onde o seu domínio nem sempre é possível, agravado com a inexistência de alguma regulamentação das empresas, neste segmento.[5]

Apesar da existência de algumas dificuldades, este segmento da construção civil, que é a reabilitação de edifícios, tem condições para crescer em Portugal devido a vários aspectos, tais como[19][35]:

- Parque habitacional envelhecido;
- Degradação dos edifícios;
- Limitação do crescimento indiscriminado previsto no PDM;
- Aproveitamento de bairros antigos despovoados;
- Recuperação do património e dos centros históricos;
- Existência de patologias precoces em edifícios recentes

Torna-se então necessário o desenvolvimento de acções, para que seja acessível, a todos os intervenientes numa obra de reabilitação, disporem de informações correctas e adequadas. Facto importante para o acompanhamento dos investimentos futuros no segmento da reabilitação de edifícios. [34][35]

Em Portugal a idade de uma grande fatia do seu parque habitacional é menor que 10 anos, e apresentam anomalias significativas, devido à falta de rigor e qualidade nas diversas fases, como a de projecto, a de construção e a de manutenção, situando-se então abaixo dos padrões necessários à segurança, ao conforto e estética. [36][11][35]

Para o almejo de uma melhoria no parque edificado, existe uma inevitável adequação nos regulamentos da construção, da certificação e conhecimentos dos produtos e da instrumentação de apoio aos intervenientes numa obra de reabilitação. [34][35]

Actualmente um projecto de reabilitação de edifícios, não basta ser aprovado e licenciado pela câmara municipal, como também é necessário conter os certificados das entidades respectivas, de acordo com a ordem jurídica da directiva 2002/91/CE[13]:

- SCE – Sistema Nacional de Certificação Energética e da qualidade do Ar Interior nos Edifícios;
- RSECE - Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios;
- RCCTE - Regulamentos das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios.

Nos casos de consolidação ou no reforço de um edifício, principalmente em edifícios antigos, o plano de reabilitação do mesmo deve ter em conta aconselhamento técnico por parte do LNEC, Laboratório Nacional de Engenharia Civil.

Para garantir a sustentabilidade do todo o processo da construção/reabilitação existem as certificações da LEED ou BREAM.

Existe também a certificação de qualidade ISO, que garante a qualidade ambiental do produto e da construção, das empresas envolvidas no projecto[37]:

- ISO 14040 (1998) – Gestão ambiental, ACV, Princípios e Estruturas;
- ISO 14041 (1998) – Gestão ambiental, ACV, Definição de Objectivos, Alcance e Análise de Inventários;
- ISO 14042 (2000) – Análise do Impacto de Ciclo de Vida;
- ISO 14043 (2000) – Interpretação do Ciclo de Vida.

Actualmente estes certificados de qualidade estão referenciados para a sustentabilidade na construção civil[37]:

- ISO 21930 (2007) – Sustentabilidade na construção civil – Declaração ambiental de produtos de construção;
- ISO 15392 (2008) – Sustentabilidade na construção civil – Princípios gerais.

4.2.Parque Edificado

4.2.1.Nº de Edifícios

Em 2008, o parque edificado de Portugal foi estimado em 3,4 milhões de edifícios e 5,7 milhões de fogos, registando assim acréscimos, face ao ano anterior, de 0,1% e 1,6% respectivamente.[11]

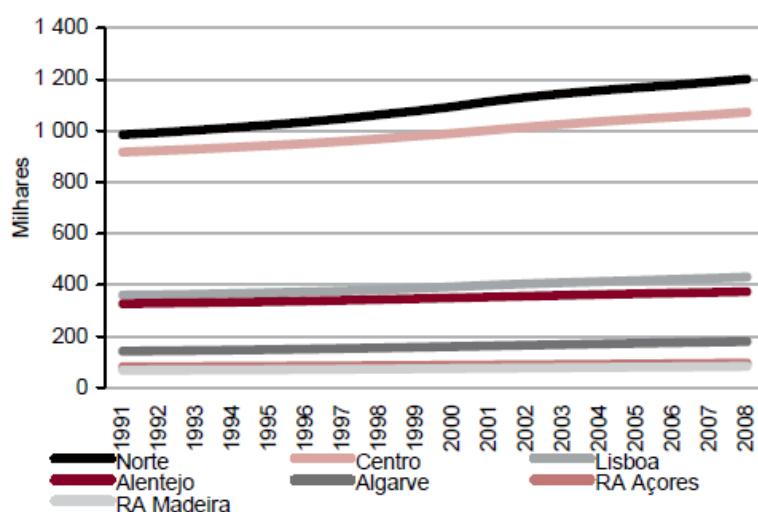


Figura 4.8 - Número de edifícios clássicos[11]

Pela figura 4.8 a região do Norte é dominante com 35,0% dos edifícios existentes no país. O Centro representa 31,2% do total de edifícios, com a região de Lisboa correspondente uma proporção de 12,5%. As restantes regiões representam, em conjunto cerca de 21,3% do total de edifícios existentes em Portugal.[11]

O INE analisou a variação média anual do número de edifícios clássicos por NUTS II e para o último ano, e as regiões do Algarve e dos Açores contêm o crescimento mais expressivo em relação à média de Portugal: 1,2%. Embora registem crescimentos menos expressivos, as regiões do Norte, de Lisboa e da Madeira têm taxas de crescimento na ordem dos 1,1%, mas ainda assim acima da média nacional (1%). Apenas as regiões do Centro e do Alentejo cresceram abaixo da média nacional. [11]

Tabela 4.4 - Distribuição dos fogos por região[11]

| | 1991 | 2001 | 2008 |
|-------------------|-------|-------|------|
| Norte | 30,8% | 32,2% | 32,4 |
| Centro | 25,7% | 24,8% | 24,6 |
| Lisboa | 25,5% | 25,4% | 24,8 |
| Alentejo | 8,9% | 8,3% | 8,1 |
| Algarve | 5,2% | 5,6% | 6,1 |
| Reg. Aut. Açores | 2,0% | 1,8% | 1,8 |
| Reg. Aut. Madeira | 1,9% | 1,9% | 2,1 |

“A distribuição dos fogos pelas várias regiões do país não sofreu alterações assinaláveis no período 1991-2008 (ver tabela 4.4). Dos 5,7 milhões de alojamentos residenciais clássicos

existentes no país em 2008, 32,4% localizam-se na região do Norte, 24,8% na região de Lisboa e 24,6% na região do Centro. As restantes regiões representam cerca de 18% dos fogos existentes no país.”[11]

Embora o predomínio da construção nova, com 79,9% do total das construções no país, segundo as fontes do INE, denota-se que a reabilitação de edifícios é uma aposta crescente no sector da CCOP com os tipos de obras de alterações e ampliações a ganharem importância relativamente aos anos anteriores, sendo regiões do Alentejo e de Lisboa destacarem-se com valores superiores a 20%.[11]

Em relação às tipologias do parque edificado, verifica-se que 44,3% do número total de fogos concluídos, pertencem à tipologia T3, em todas as regiões excepto no Algarve, onde o T2 é a tipologia predominante com 39,8% do total de fogos concluídos em 2008. Neste indicador a região do Algarve apresenta uma grande assimetria em relação aos valores médios do país. [11]

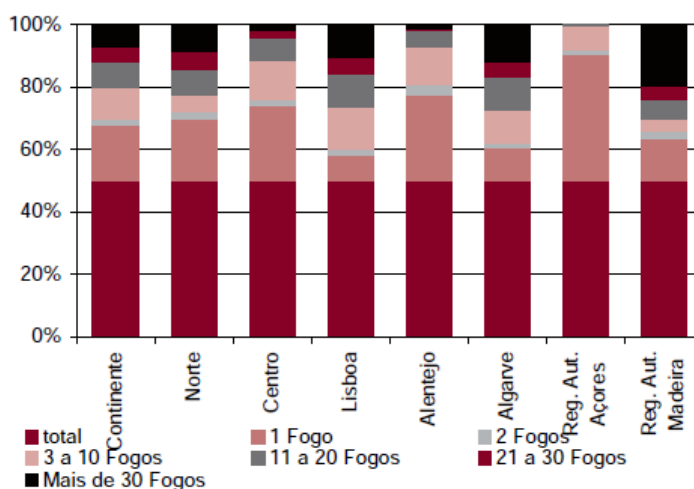


Figura 4.9 - Tipologia dos fogos concluídos em Portugal 2008[11]

Na figura 4.9 indica que embora a iniciativa do sector privado tenha aumentado cerca de 3,4% entre 2007 e 2008, o seu peso no total decresceu 0,5 p.p. na promoção da habitação, representando em 2008 cerca de 97,4% dos fogos concluídos para habitação. Esta situação é verificada devido ao crescimento da promoção no sector da habitação pelos organismos públicos, que em 2008 “ofereceu” uma variação positiva de 40,1% face ao ano anterior, representando então 1,8% do total de fogos concluídos para habitação familiar. [11]

Tabela 4.5 - número de fogos concluídos por entidade investidora[11]

| | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
|--------------------------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Organismo Público | 1 263 | 1 205 | 2 493 | 1 329 | 2 690 | 1 478 | 2 551 | 1 431 | 1 262 | 1 600 | 1 440 | 1 148 | 1 608 |
| Cooperativa de habitação | 2 497 | 1 969 | 2 965 | 2 066 | 1 885 | 1 698 | 1 859 | 1 334 | 556 | 1 472 | 591 | 741 | 759 |
| Sector Privado | 68 167 | 73 110 | 87 558 | 106 805 | 109 840 | 113 996 | 124 984 | 94 705 | 77 791 | 78 398 | 73 664 | 86 185 | 89 139 |

Numa comparação da reabilitação e construção nova, para o número de edifícios para habitação familiar, conclui-se que em Portugal, essa proporção entre ambos apresenta um valor médio de 20,0% entre 2001 e 2008, registando-se todavia um crescimento progressivo desta proporção nos últimos anos, tendo atingido o seu valor máximo em 2007 (22,2%).[11]

Tabela 4.6 - Fogos concluídos para habitação familiar, por tipo de obra, 2008[11]

| | Total | Construção Nova | Reabilitação do edificado | | | Reabilitação/Construção Nova |
|-------------------|--------|-----------------|---------------------------|-----------------------|--------|------------------------------|
| | | | Reconstrução | Alteração e Ampliação | Total | |
| Portugal 2007 | 87 129 | 77 796 | 1 491 | 7 842 | 9 650 | 12,4% |
| Portugal 2008 | 89 861 | 79 569 | 1 504 | 8 788 | 10 292 | 12,9% |
| Norte | 28 654 | 25 755 | 894 | 2 005 | 2 899 | 11,3% |
| Centro | 21 196 | 18 999 | 424 | 1 773 | 2 197 | 11,6% |
| Lisboa | 19 835 | 16 491 | 13 | 3 331 | 3 344 | 20,3% |
| Alentejo | 5 677 | 4 744 | 89 | 844 | 933 | 19,7% |
| Algarve | 9 819 | 9 346 | 47 | 426 | 473 | 5,1% |
| Reg. Aut. Açores | 2 650 | 2 373 | 31 | 246 | 277 | 11,7% |
| Reg. Aut. Madeira | 2 030 | 1 861 | 6 | 163 | 169 | 9,1% |

Em Portugal o número total de fogos reabilitados em 2008, apresenta um acréscimo de 16,1% em relação ao ano anterior, averbando um aumento no seu peso face ao total de fogos concluídos em cerca de 1,3 p.p.. Os fogos reabilitados correspondem a 13% dos fogos totais concluídos em Portugal, enquanto em 2007 essa proporção se cifrou nos 11,7%. A região do Norte tem o maior contributo para a reabilitação do edificado, correspondendo a 68,4% do total de fogos reabilitados em 2008. Porém na região da Madeira se registam menos fogos concluídos derivados das obras de reabilitação com uma percentagem equivalente a 9,1% (ver tabela 4.6). [11]

4.2.2.Distribuição geográfica

Através representação cartográfica (ver figuras 4.10 e 4.11) da distribuição da estimativa dos fogos existentes em 2008, com a distribuição da estimativa da população residente, é exequível a conclusão da existência de uma relação muito próxima entre a dinâmica populacional e a pressão construtiva. Onde se torna evidente que é no litoral a grande concentração da parte do parque habitacional, mas também onde reside a maioria da população. No entanto, em zonas do interior de Portugal existe uma maior dispersão ao nível dos fogos, com registos muito baixos ao nível da população residente, reflectindo o próprio carácter secundário e/ou de uso sazonal dos edifícios nas regiões do interior. [11]

No que concerne à região do Algarve, a sazonalidade no uso dos edifícios está bem patente, uma vez que a concentração de edifícios é bem superior à da população residente, o que indicia a existência de um número elevado de residências secundárias.

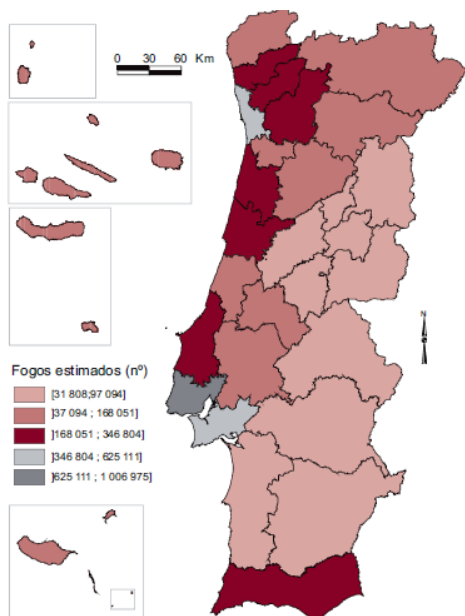


Figura 4.10 - Estimativas de alojamentos[11]

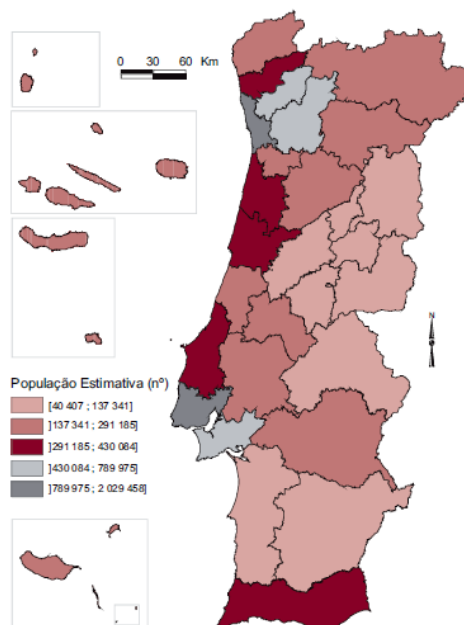


Figura 4.11 - Número da população residente[11]

A análise da representação cartográfica destas obras demonstra que as regiões do interior do país, onde se regista um excedente de fogos face à população residente, englobam uma parte significativa da reabilitação do edificado, indiciando que parte desse mesmo edificado poderá ser destinada a residência secundária ou de uso sazonal.

Considerando os valores apresentados na figura 4.12 e “Face ao último Recenseamento da Habitação (2001), o número médio de habitantes por fogo diminuiu cerca de 8%, respectivamente de 2,02 para 1,86 e o número de fogos por edifício cresceu 3,8% de 1,6 para 1,66. O maior decréscimo ao nível do número médio de habitantes por fogo registou-se na região da Madeira, com uma diminuição de 16,3% (de 2,46 para 2,06 habitantes por fogo), correspondendo a menos 0,4 pessoas por fogo. Em oposição foi na região de Lisboa que a diminuição foi menos significativa, na ordem dos -3,4%. Tanto em 2001 como em 2008 é a região dos Açores que regista um número médio de habitantes por fogo mais elevado, apesar da diminuição que também se fez sentir nesta região (decréscimo de 9,5%, de 2,54 para 2,30 pessoas).” [11]

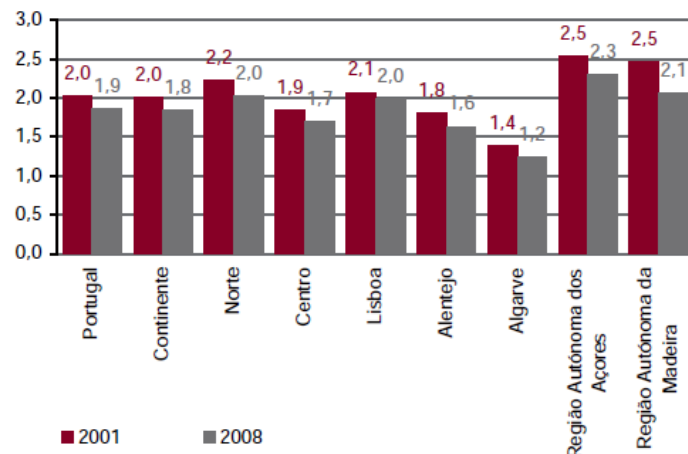


Figura 4.12 - Número médio de pessoas por alojamento, de 2001 e 2008[11]

Numa outra representação cartográfica, das obras de reabilitação do edificado, ver figuras 4.13 e 4.14, verifica-se que à excepção da região de Lisboa, existe uma relativa predominância de reabilitações de edifícios face ao resto do país, não se verificando uma especificidade regional na distribuição deste tipo de obras, devido ao condicionante reduzido número de obras de reabilitação que têm sido concluídas um pouco por todo o país. [11]

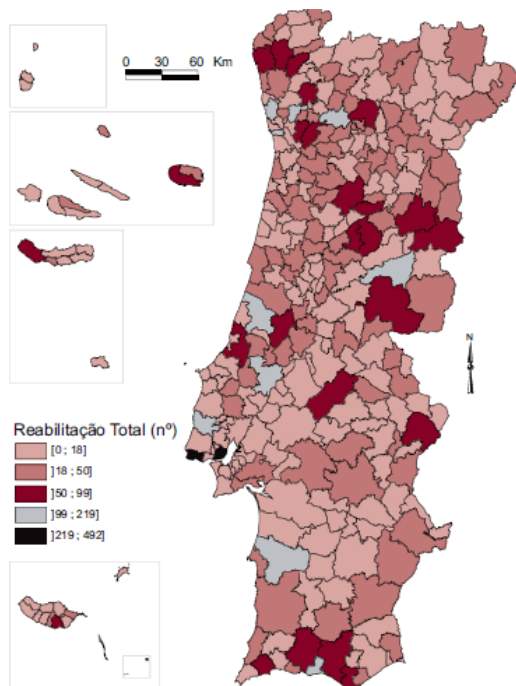


Figura 4.13 - Número de reabilitações totais, por concelho em 2008 [11]

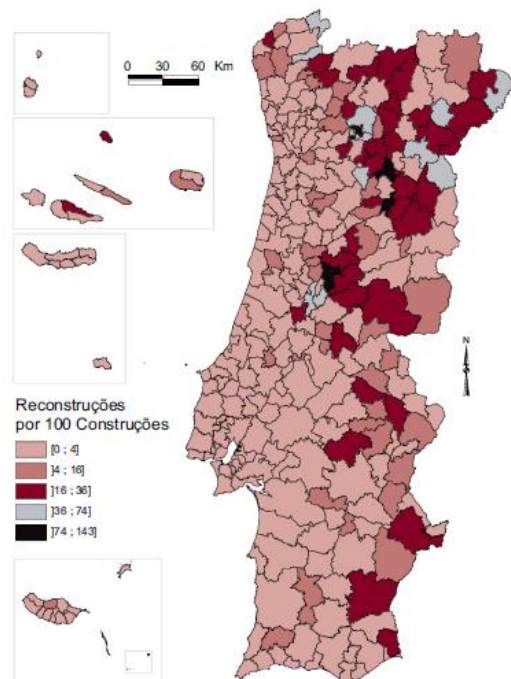


Figura 4.14 - Número de reconstruções por cada 100 construções novas, por concelho em 2008 [11]

“Analisando apenas as obras de reconstrução e o seu peso nas construções novas, regista-se uma concentração mais acentuada deste tipo de obras nas regiões do interior que, de acordo com as estimativas do parque habitacional, são também as regiões onde parece haver uma predominância de edifícios e alojamentos de carácter sazonal, dado o excedente habitacional face à distribuição da população residente.” [11]

4.2.3. Parque Edificado degradado

Da análise dos dados dos Censos de 2001, esperava-se um crescente aumento da importância das obras de reabilitação do edificado, com um crescimento significativo deste segmento da construção. Assim, de acordo com os dados do Recenseamento da Habitação de 2001, a idade média dos edifícios a nível nacional era próxima dos 34 anos e apenas 19% tinham sido construídos entre 1991 e 2001. De igual modo, as necessidades de reparação atingiam cerca de 37,9% dos edifícios e 2,9% apresentavam um elevado estado de degradação. O valor estimado dos fogos a exigir médias, grandes ou muito grandes reparações rondava os 800 000. [11] [38]

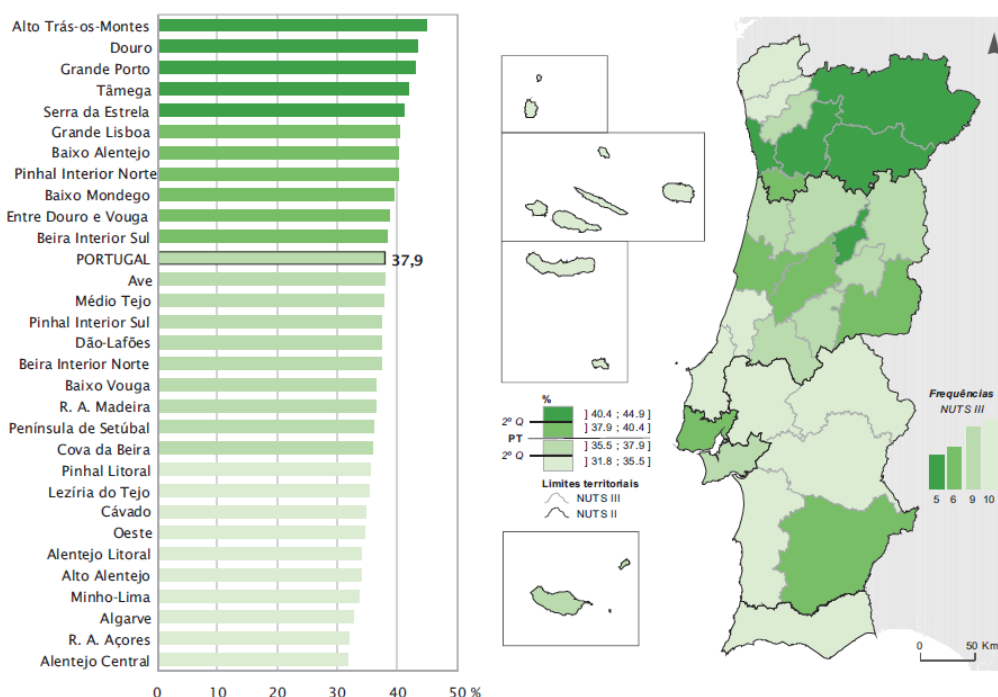


Figura 4.15 - Proporção de edifícios com necessidades de reparação (Fonte: INE, Recenseamento da População e Habitação, 2001)[38]

Na figura 4.15 estão representados as zonas de Portugal com maiores carências no parque edificado, onde denota-se que as zonas interiores e norte são as mais debilitadas comparativamente ao resto do país. [38]

Segundo os dados dos Censos 2001, Porto e Lisboa eram dos municípios com maior proporção de edifícios com necessidade de reparação no valor de 56,2% e 55,9%, respectivamente, e simultaneamente apresentaram um índice de dinamismo do mercado habitacional acima da média nacional. De igual forma, com uma proporção expressiva de edifícios a necessitar de reparação, destacava-se um contínuo, a Norte, formado pelos municípios de Baião, Mesão Frio e Cinfães como se demonstra na figura 4.16. [38]

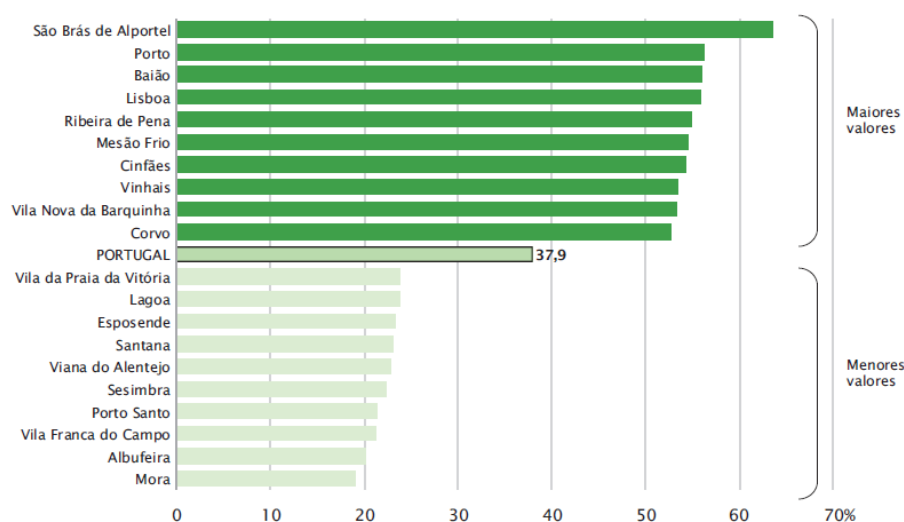


Figura 4.16 - Municípios com maior e menor proporção de edifícios com necessidades de reparação (Fonte: INE, Recenseamento da População e Habitação, 2001)[38]

“Entendeu-se ser fundamental conhecer as dinâmicas recentes de organização do território nas diferentes regiões portuguesas como forma de contextualizar a implementação da requalificação do edificado, pois não só os territórios caracterizados por fortes concentrações populacionais e habitacionais serão espaços propícios à requalificação do edificado; também os espaços incapazes de manter ou atrair população, nomeadamente jovem, poderão exibir níveis elevados de reabilitação física.” [38]

Devido a este novo pensamento da sociedade e através da figura 4.17, demonstra-se que consoante as necessidades de cada zona do país e da população residente ou sazonal existe um tipo de reabilitação do edificado.

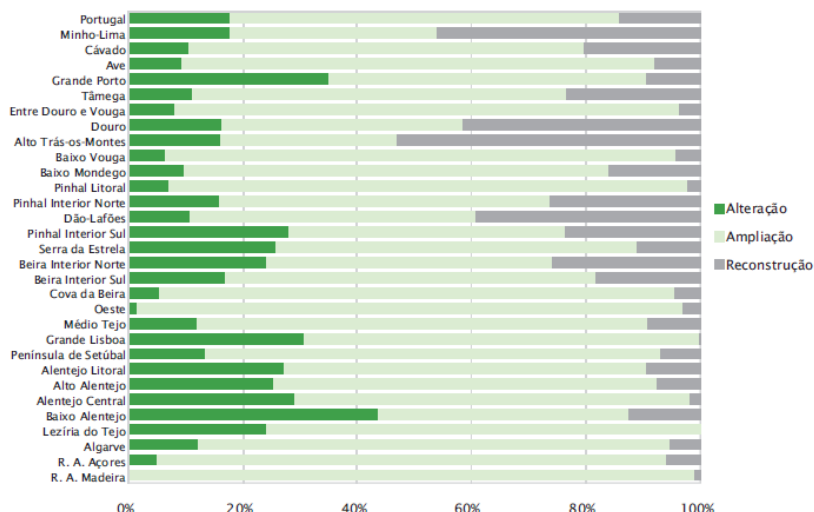


Figura 4.17 - Reabilitações físicas do edificado por tipo de obra, Portugal 2007 (Fonte: INE, Estatísticas das Obras Concluídas)[38]

Conclui-se então que a reabilitação não só depende do estado de degradação dos edifícios, mas sim devido ao conjunto de vários factores tais como, as necessidades e tendências da população e das regiões.

4.2.4. Anomalias recorrentes nos edifícios

Nos dias correntes a palavra patologia é muitas vezes dita, de forma incorrecta, para referenciar as “lesões” que uma obra de construção possa conter. Patologia vem da junção das palavras gregas: *pathos* e *logos* que significam, em termos gerais, o estudo das doenças. Assim, patologia é definida como a ciência que estuda os problemas construtivos, os seus processos e soluções. [39]

Num edifício de habitação podem localizar-se dois tipos de anomalias[40]:

- **Estruturais** – fundações e esqueleto da estrutura – elementos que suportam, com a devida segurança, as acções impostas pelo meio envolvente e pelos seus utentes.
- **Não estruturais** – paredes exteriores e interiores e coberturas – os elementos envolventes e interiores que completam um edifício de habitação.

As anomalias podem ser originadas, consoante o tipo de fenómeno que existe num edifício, e podem ser consideradas, de uma forma geral, em três grupos[39]:

- **Físicas** – são aquelas em que as causas que originam a sua aparição, são de fenómenos físicos como as humidades, as erosões e as incrustações de materiais.

- **Mecânicas** – por vezes também se podem considerar ou confundir como uma anomalia física, no entanto estas têm particularidades distintas porque afectam a estabilidade da estrutura devido a fenómenos mecânicos tais como as deformações, fendas, desprendimentos e erosões mecânicas.
- **Químicas** – estas não têm qualquer relação com as restantes anomalias, e são originadas por fenómenos químicos, como por exemplo, as fluorescências, carbonatações, oxidações e corrosões, organismos vivos e erosões.

Se a anomalia é o que suscita o processo patológico, então a causa é o que origina a anomalia, e será a origem de todo o problema existente do edifício. As causas de uma anomalia são oriundas de dois grandes grupos[39]:

- **Directas** – quando originam de imediato a existência da anomalia, como os esforços mecânicos impostos à estrutura, agentes atmosféricos, rotura nos sistemas prediais, etc.
- **Indirectas** – quando têm origem na fase de projecto e de execução, como por exemplo, “a inadequação dos elementos de construção para o desempenho das funções concebidas” [40].

Como anomalias mais comuns (manchas e fungos, desprendimento do material, eflorescências e/ou criptoflorescências) detectadas nos edifícios nos dias de hoje têm como causa as humidades, ou seja, a presença de água e consequentemente o humedecimento dos materiais e alteração, indesejável, das propriedades dos mesmos. Desta forma, é de interesse vital identificar as várias formas de manifestação[41]:

- **Humidade de construção** – esta forma advém devido à maioria dos materiais utilizados na construção necessitam de água, além que durante uma obra pode sempre existir períodos de chuva que chegam à estrutura. Sendo estas quantidades de águas por vezes em excesso, tornando as condições de evaporação diferentes do aconselhável provocando anomalias no edifício.
- **Humidade do terreno** – é a humidade proveniente de água superficiais ou freáticas que ascendem pelo interior das paredes, quer estas estejam enterradas ou não. A altura atingida pela água demonstra as condições de evaporação da parede, devido ao tipo de material constituinte e do meio envolvente.

- Humidade de precipitação – A penetração da água das chuvas, devido à energia cinética, nas paredes, e juntamente com as fissuras ou juntas mal vedadas, a água fica na parede criando manchas nas paredes do lado interior.
- Humidade de condensação – humidade devido a grandes diferenças nas temperaturas das faces das paredes, nas humidades relativas e absolutas do exterior e interior das paredes. Estas são caracterizadas por manchas de bolor no lado interior das paredes aquando da existência de condensações superficiais.
- Humidade devida a fenómenos de higroscopicidade – A existência de sais solúveis num grande número de materiais usados na construção levam a que quando as paredes estejam humedecidas, e estes sais sejam conduzidos pelo interior da mesma, podendo cristalizar no interior ou exterior do reboco, designando-se então por criptoflorescências e eflorescências, respectivamente.
- Humidade devida a causa fortuitas – este tipo de humidade, é caracterizado por forma espacial e tempo, decorrentes dos defeitos de projecto, da construção e do material.

Outro tipo de anomalias correntes nos edifícios de habitação são as fendilhações e fissurações, bem como a ineficiência térmica e de ruído.

Fendilhação e fissuração – estas podem surgir em locais estruturais ou não de um edifício de habitação e são normalmente derivadas dos esforços induzidos, os quais os elementos estruturais e não estruturais (compartimentação) não estão preparados para suportar tais esforços. [39]

Ineficiência térmica e/ou de ruído – a falta de regulamentação sobre estas características (antes de 1991) influenciaram a qualidade térmica e de ruído nas habitações de Portugal. A falta de isolante térmico e/ou de ruído, bem como a deficiente projecção, colocação dos mesmos, são as causas que influenciaram o surgimento deste tipo de anomalias.

Estas anomalias originam as mais variadas sensações aos utentes de um edifício de habitação, dentro delas as que sobressaem são o desconforto térmico, fraca ventilação, os cheiros desagradáveis, e desconforto visual devido com as degradações a níveis estruturais ou não dos edifícios. Para além das impressões de desagrado oriundas destas anomalias, as mesmas provocam maiores encargos porque para melhorar as condições danificadas presentes nestes edifícios são utilizados aparelhos, que além de serem dispendiosos, gastam energia.

4.2.5.Exigências funcionais dos edifícios de habitação

As exigências funcionais para os edifícios de habitação caracterizam o espaço e as unidades que compõem um edifício de modo a que assegurem a satisfação das necessidades dos utentes. De facto, as exigências dependem sempre da formação do autor que as formulou, pois cada indivíduo tem as suas percepções e gostos que lhe é unicamente representativo, sendo no máximo semelhantes aos possíveis compradores.

Na em anexo I na página 129 é apresentada uma classificação das exigências de qualidade do edifício de habitação sendo então posteriormente colocada a esclarecimento de cada exigência de funcionalidade[42] [43] [44] [45] [46]:

4.2.5.1.Habitabilidade

Este tipo de exigências tem como finalidade a garantia do conforto ambiental e o bem-estar dos utentes no edifício de habitação, dividindo-se em várias tipologias: [42] [43] [44] [45] [46][47]:

- Conforto acústico – referências dos níveis sonoros de ruído e do tempo de reverberação, existente no edifício consoante o tipo de sistema construtivo e produtos utilizados bem como a configuração e volumetria dos espaços;
- Conforto visual – controlo dos níveis de iluminação natural e artificial e da insolação directa nos vários compartimentos de um edifício, para qualquer hora do dia;
- Conforto tátil – verificação dos vários tipos de superfícies e ausência de descargas de electricidade estática,
- Conforto mecânico – limitação das vibrações que possam existir;
- Qualidade do ar – controlo da qualidade e quantidade do ar, de preferência, através de ventilação natural, de forma a garantir ausência de ar viciado, odores e poluentes produzidos num edifício de habitação. O funcionamento dos aparelhos de combustão deve ser garantido também a exaustão dos seus fumos e gases.
- Conforto higrotérmico – controlo dos níveis das temperaturas interiores, exteriores, e nas superfícies dos paramentos de um compartimento habitacional, bem como o nível de humidade relativa e absoluta do interior e exterior. Estes requisitos dependem da consideração da inércia da construção, da área de exposição solar directa e da ventilação existente de ar no espaço habitacional;

- Protecção/estanquicidade – garantia da estanquicidade ao ar indesejado, à chuva e às poeiras provenientes do meio envolvente.
- Salubridade – O correcto e funcional sistema de abastecimento de águas prediais e esgotos, bem como a garantia de facilidade de desinfectação da habitação.

Para garantir da existência do cumprimento destes parâmetros de conforto ambiental existe a ISO 7730, que contém nos seus requerimentos os parâmetros mais importantes do conforto térmico que se subdividem em duas classes[48]:

- Parâmetros individuais
 - Actividade
 - Vestuário
- Parâmetros ambientais
 - Temperatura do ar
 - Humidade do ar
 - Velocidade do ar
 - Temperatura média radiante

A norma ISO 7730 considera que um espaço apresenta condições de conforto térmico quando não mais do que 10% dos seus ocupantes se sintam desconfortáveis.[48]

4.2.5.2.Segurança

Esta exigência tem como objectivo assegurar a protecção conferindo tranquilidade e confiança ao utente do espaço habitacional. [42] [43] [44] [45] [46]:

- Estrutural – resistências às acções estáticas e dinâmicas permanentes, quase-permanentes e raras, independentemente da combinação usada entre si.
- No uso normal – protecção dos utentes contra os agentes agressivos que possam existir diariamente, tais como a intoxicação, explosão, asfixia, electrocussão e ferimentos em extremidades pertencentes à habitação, e também a protecção contra as quedas e choques acidentais.
- Contra incêndio – controlo da ocorrência de incêndios e de propagação de fogo no edifício e no meio envolvente. A existência de alarmes e saídas para a correcta evacuação dos utentes.
- Contra a intrusão/agressão/roubo – garantia da protecção exigida contra a intrusão, agressão e roubo indesejado na habitação.

- Viária – prevenção de acidentes rodoviários com viaturas motoras.

4.2.5.3. De uso

Adequação espacio-funcional

Asseguram as adequadas condições de uso que os espaços habitacionais proporcionam através da sua forma, equipamento e pormenorização. [42] [43] [44] [45] [46]:

- Capacidade – intensidade de uso proporcionada pelas características dos seus espaços e equipamentos;
- Espaciosidade – Desafogo físico e psicológico;
- Funcionalidade – eficácia das funções existentes nos espaços habitacionais.

Articulação

Assegura as exigências das ligações entre espaços habitacionais para uma adequada interacção social e individual. [42] [43] [44] [45] [46]:

- Privacidade – Controlo da invasão da privacidade pela presença e por meios visuais.
- Conviviabilidade – Possibilidade da união entre os vários espaços habitacionais com vista uma boa socialização pretendida pelos utentes;
- Acessibilidade – aptidão de ligação dos utentes entre variados espaços por via pedonal, viária e transporte públicos.
- Comunicabilidade – facilidade de ligação dos utentes por deslocação pessoal, visual ou acústica.

Personalização

Este tipo de exigência visa a participação e promoção da identificação dos utentes nos edifícios de habitação. [42] [43] [44] [45] [46]:

- Apropriação – Espaços que impulsionam a identificação individual e colectiva e que permitam contribuir para satisfação dos desejos dos utentes.
- Adaptabilidade – Garantia de que os espaços suportem os diversos modos de uso consoante o desejo dos utentes ao longos dos tempos.

4.2.5.4.Estéticas

Esta exigência funcional assegura que todo o espaço habitacional contribui para a criação de memórias agradáveis, através da satisfação entre o utente-utente e o utente-habitação, enriquecendo sócio-culturalmente, toda a sua envolvência. Para que isto aconteça é necessário contemplar três aspectos[42] [43] [44] [45] [46]:

- Atractividade – garantia de elemento ou/e espaços que contribuem para a empatia dos utentes;
- Domesticidade – Existência de espaços e/ ou elementos para o uso doméstico.
- Integração – Garantia que todos os espaços contribuam para união e harmonia de todo o edifício de habitação.

4.2.5.5.Económicas

Estas exigências têm o objectivo de que os espaços habitacionais satisfaçam as restantes exigências, referidas anteriormente, minimizando os encargos durante todo o ciclo de vida de um edifício de habitação. [42] [43] [44] [45] [46]:

- Custo de construção – rentabilização do espaço construído com a optimização do processo de construção e racionalizando as instalações e infra-estruturas do edifício.
- Custo de exploração – minimizar todos os encargos existentes durante a sua utilização tais como o consumo de energia e da água.
- Custo de manutenção – manutenção das características estruturais e não estruturais do edifício durante o seu ciclo de vida contribuindo para a sua exploração por parte dos utentes.

4.2.6.Necessidades mais comuns

A funcionalidade de um edifício de habitação não pode ser dissociada à satisfação das necessidades dos seus utentes, uma vez que ele influencia directamente no seu dia-a-dia. Por sua vez, os utentes têm uma variabilidade enorme de características que diferem entre si, em termos económicos, sociais e éticos, além que a funcionalidade estará sempre influenciada pela localização do edificado e da evolução do meio envolvente técnico, social e ambiental.[42]

A publicação do RCCTE e RSECE foi um acontecimento recente relativamente à construção da maioria dos edifícios construídos em Portugal, sendo cerca de 80% dos edifícios a não se encontrarem com quaisquer exigências térmicas. Como foi referido anteriormente, apesar do

mau estado do parque edificado português, a reabilitação não é muito utilizada e por isso os seus correctos conceitos não são bem implementados no sector da construção civil.[49]

Dentro deste parque habitacional é encontrado várias deficiências, sendo então arrematada uma listagem das necessidades mais correntes[50] [51] [52] [53] [54]:

- Deficiente construção (técnicas e produtos) do edifício para as condições do meio envolvente;
- Baixa qualidade de conforto dentro das habitações, como por exemplo, a incorrecta iluminação, a baixa ventilação natural, as humidades e o ruído invasivo, originando sensações de desconforto, cheiros desagradáveis e ineficiente resistência térmica no edifício;
- Consumos elevados de energia e de água em vários compartimentos do edifício, durante todo o seu ciclo de vida;

Os critérios de exigência actuais da sociedade e os novos regulamentos implementados, prevêm a melhoria da “performance do edificio de habitação em todas as suas condicionantes (físicas, técnicas, funcionais, estéticas e durabilidade)”[55] sendo os principais parâmetros para almejar o conforto, os seguintes[56] [49] [57]:

- Utilização de tecnologias de construção sustentáveis – entre as quais a melhoraria das características térmicas da envolvente do edifício, o uso obrigatório de vidros duplos nas zonas mais frias e as orientações sem significativos ganhos solares e diminuição das perdas energéticas pelas pontes térmicas, etc.
- Utilização racional da energia – redução do consumo de energia nos edifícios através da utilização de equipamentos mais eficientes e do aproveitamento das fontes de energias renováveis;
- Utilização de tecnologias solares passivas – pretendendo-se transformar os edifícios mais confortáveis e reduzir os consumos energéticos, através da maximização das técnicas de aquecimento e arrefecimento naturais;
- Utilização criteriosa dos materiais – a selecção de materiais ecológicos e biológicos reduzindo os efeitos negativos na saúde, como também a redução de resíduos e da energia incorporada em todo o processo de utilização dos materiais e suprimir outros impactos após a construção do edifício;

- Utilização da água – reduzir o consumo de água no interior e no exterior dos edifícios através da utilização equipamentos mais eficientes, da captação e utilização das águas pluviais, das águas residuais utilizadas em lavagens e a concepção de jardins que necessitem de menos água;
- Utilização do ar natural – definição criteriosa de produtos para uma adequação do estado do edifício relativamente à circulação de ar natural dentro dos vários compartimentos;
- Implantação dos edifícios – atenuar os impactos gerados pelo edifício no local de construção e promover a integração no meio envolvente, quer em questões ambientais e de conforto.
- Outros Impactos – estes devem ser analisados minuciosamente para não acontecer a sua manifestação na sua origem de outros tipos de construção, tais como impactos negativos nos transportes, na saúde e na segurança.

4.2.7.Síntese

Levando em conta que a reabilitação de edifícios de habitação está cada vez mais em crescendo nas opções da população portuguesa, e 38% do parque edificado encontra-se danificado, a CCOP tem de ter em consideração a mais-valia que o sector da reabilitação está a gerar.

No entanto a reabilitação de edifícios de habitação não depende somente do estado de degradação dos edifícios, também provém das necessidades e das tendências que a sociedade atravessa, pois estas irão influenciar as decisões do tipo de reabilitação que um edifício possa necessitar.

Apesar de boa parte de o edificado português ser recente, a existências de anomalias é de igual proporção em relação com edifícios antigos, sendo a humidade a anomalia mais recorrente na generalidade dos edifícios. A sua causa pode ser provinda directa e indirectamente, devido aos agentes do meio ambiente (águas pluviais e freáticas) e devido a erros de concepção de projecto ou de má construção do edificado.

Para além das existências de anomalias, os edifícios não estão construídos de acordo com as exigências funcionais de conforto ambiental, principalmente as de carácter habitacional que são as que se relacionam directamente com a comodidade dos utentes num edifício. Dentro

das exigências habitacionais as que se destacam são as acústicas, as higrotérmicas e as do ar natural, originando sensações desagradáveis aos utentes tais como, por exemplo, o ruído não desejado, frio e humidades, e ar viciado e maus odores, respectivamente.[50][52]

Para combater estas situações inadequadas para o bem-estar habitacional, foi criado através de novos regulamentos, o RSECE e o RCCTE, um conjunto de parâmetros de conforto para que um edifício que fosse projectado, numa construção nova ou numa reabilitação, abrangesse todos os parâmetros necessários para uma vivência melhor do utente na sua habitação. Nestes parâmetros estão incluídas as reduções de consumos energéticos e de águas, tecnologias construtivas que asseguram o conforto higrotérmico, acústico e de ventilação (se possível de forma natural) num edifício de habitação.

4.3.Construção Sustentável

4.3.1.Enquadramento

A sustentabilidade tem sido concebida como uma finalidade da sociedade para garantir que a satisfação das carências actuais sem comprometer as necessidades que a próxima geração possa precisar. Deste modo a sustentabilidade está interligada com a vertente ambiental que por sua vez, é o princípio para o desenvolvimento económico e social sustentável.[58]

Com os ideais de sustentabilidade presentes e exigidos pela sociedade, o sector da CCOP tem de descobrir uma metodologia para uma correcta implementação da sustentabilidade em todas as actividades inerentes à construção civil, porque só assim se almeja a sustentabilidade desejada numa obra.

Surge então um novo conceito: construção eco-eficiente, que tem como princípios a minimização dos consumos energéticos nos edifícios. Esta abrange temas como a diminuição dos recursos naturais, da produção de resíduos e dos GEE's ao ambiente conservando o seu ecossistema e a sua biodiversidade, bem como a saúde humana.[57][59]

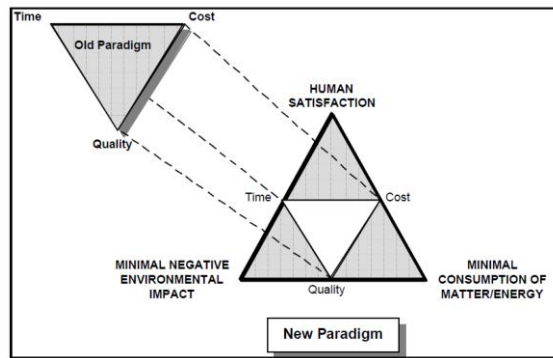


Figura 4.18 - Conceitos base de uma construção eco-eficiente[60]

Tabela 4.7 - Tipos de construção[57][61]

| Aspectos | Tipos de construção | | |
|------------------------------|------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|
| | Convencional | Bioclimática | Eco-eficiente |
| Configuração do edifício | Outras influências | Influenciada pelo clima | Influenciada pelo meio ambiente |
| Orientação do edifício | Pouco importante | Crucial | Crucial |
| Fachadas e janelas | Outras influências | Dependentes do clima | Dependentes do meio ambiente |
| Fonte de energia | Gerada | Gerada/ambiente | Gerada/ambiente/local |
| Controlo do ambiente interno | Electromecânico (artificial) | Electromecânico/natural | Electromecânico/natural |
| Consumo de energia | Geralmente elevado | Reduzido | Reduzido |
| Fontes de matérias-primas | Pouco importante | Pouco importante | Reduzido impacte ambiental |
| Tipo de materiais | Pouco importante | Pouco importante | Reutilizáveis/recicláveis/reciclados |

Com os conceitos base eco-eficientes e integrando mais condicionantes, derivadas da sociedade, como economia, cultura e ética, obtém-se um “triângulo de conceitos” que uma construção sustentável deve conter.[59]



Figura 4.19 - Conceitos base de uma construção sustentável [57][59]

Os edifícios designados por “verdes” incorporaram um design e práticas de construção que reduzem significativamente, e às vezes até eliminam, os impactos negativos dos edifícios em cinco grandes áreas[62]:

- Planeamento local sustentável
- Manutenção e conservação de água
- Eficiência energética e renovável
- Conservação dos materiais e recursos
- Qualidade do ambiente interior

No entanto para se obter uma sustentabilidade completa no sector da construção, todas as actividades presentes, ou seja, no fabrico de produtos, projecto, transporte, construção e demolição, têm de se comprometer com uma política mais ambiental, mais económica, e mais duradoura.

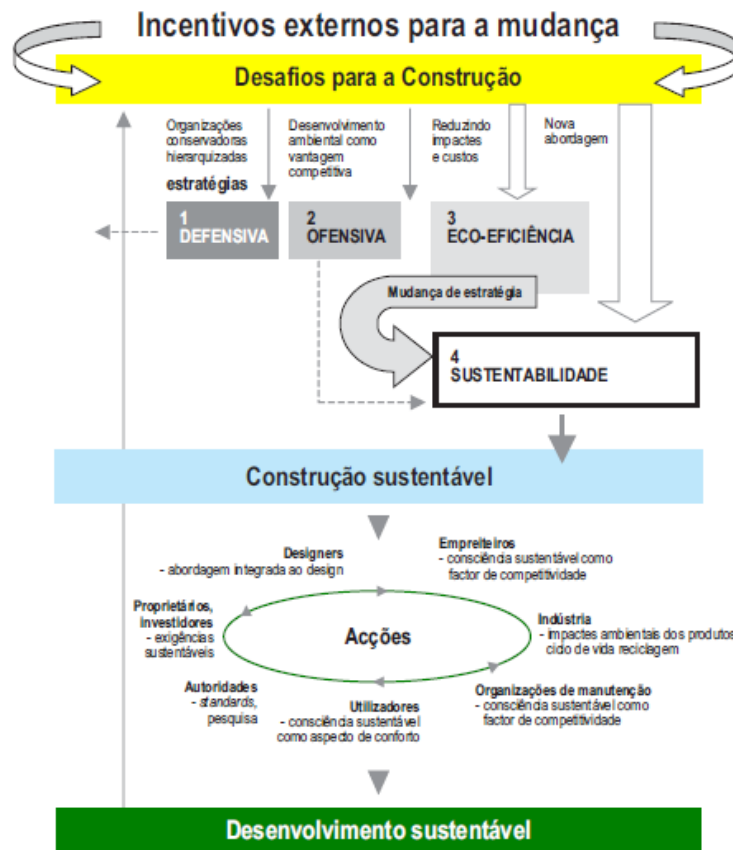


Figura 4.20 - Diagrama que representa os desafios que se colocam à indústria da construção, as opções estratégicas e as acções que vai ser necessário desenvolver[5][59][63]

Por isso um bom projectista, com os conceitos bem definidos na elaboração do seu trabalho, influencia muito na garantia da sustentabilidade em todo o processo de uma obra de construção, pois ele pode ter preponderância na escolha dos materiais e nas tecnologias construtivas. No final a boa informação prestada ao cliente sobre a boa prática de manutenção que é exigida num edifício é muito importante, porque com ela pode-se atingir valores económicos mais baixos no desgaste e substituição de produtos, valorizando assim o empreendimento e evita a sua degradação.

A tecnologia sustentável é a aplicação de conhecimento para a realização dos objectivos sustentáveis através de soluções práticas para alcançar o desenvolvimento económico, social e ambiental.[60] Para se considerar como tecnologias sustentáveis, essas soluções devem abranger as seguintes características[57][64]:

- Minimizar o uso de energia de fontes não-renováveis primárias – PEC - e recursos naturais;

- Dar resposta às necessidades e aspirações humanas com sensibilidade ao contexto cultural;
- Mínimo impacto negativo sobre os ecossistemas da Terra;
- Técnicas simples e empregar o máximo de recursos e competências locais;
- Sistemas de produção e operações de pequena dimensão geradoras de emprego local;
- Diminuição dos encargos em todas as operações realizadas para a contribuição de uma obra.
- Aproveitamento de materiais reciclados e/ou contenham capacidades potenciais de reciclagem;
- Utilização de materiais eco-eficientes (ecológicos e/ou biológicos);
- Maximizar a durabilidade dos edifícios
- Planear a conservação e a manutenção de edifícios, de forma, a que estas sejam de longa periodicidade;
- Minimização da produção de resíduos das diversas áreas existentes na CCOP;
- Garantia das condições dignas de higiene e segurança em todos os sectores da construção civil.

4.3.2. Recursos e Produtos e Ciclo de Vida

Grande parte da energia consumida nos edifícios de habitação é a energia eléctrica que é obtida por processos de diferentes tipos de energias não renováveis e renováveis, como é demonstrado na tabela 4.9[15]:

Tabela 4.8 - Tipos de energia[15]

| Energia primária não renovável | Energia primária renovável | Energia secundária/final |
|---|--|--------------------------------------|
| Carvão mineral Petróleo Gás natural Urânio | Hídrica Lenha (Biomassa) Eólica Solar Geotérmica Energia das marés Alcool derivado da cana-de-açúcar | Electricidade Gasóleo Gasolina |

Portugal é dependente de energia, pois não contém qualquer reserva petrolífera ou de gás natural, que faz aumentar os problemas na economia e no ambiente do país [15][65].

Para um edifício de habitação é associado vários consumos energéticos, porque durante as várias fases do seu ciclo de vida e dos seus produtos, está incluída a energia despendida na obtenção de matérias-primas, na produção de produtos, na construção do edifício, na sua utilização e na sua demolição ou reabilitação, quando o edifício chega ao seu período final de vida. [15]

Durante a sua utilização o consumo de energia dos edifícios distribui-se aproximadamente da forma que se encontra na figura 4.21:

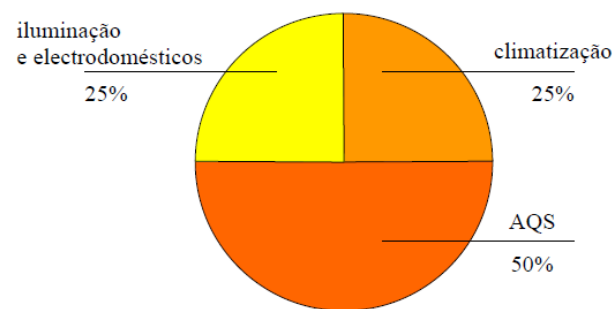


Figura 4.21 - Consumo de energia nos edifícios habitacionais[57][66]

Num Edifício de habitacional os factores mais importantes que influenciam o consumo energético são[15]:

- Grau de conforto exigido pelos utentes;
- O número de utentes;
- Condições climáticas do local
- Condutibilidade térmica (λ) dos elementos da parte opaca e envidraçados de um edifício, bem como a sua área e orientação;
- As perdas e ganhos de carga térmica, associados à renovação do ar interior;
- Área útil e pé direito do edifício;
- Orientação da construção;
- Eficiência energética dos equipamentos existentes.

De forma semelhante com a energia, o sector da CCOP é um dos principais consumidores de água, pois o seu consumo é efectuado ao longo do ciclo de vida dos produtos de construção bem como na utilização dos edifícios, como demonstra a Tabela 4.10 respectivamente. [15]

Tabela 4.9 - Água utilizada na produção de alguns materiais de construção [Fonte: [65]] (adaptado de ([15]))

| Material | Consumo de água (litros/kg) |
|---------------------------|------------------------------------|
| Aço não reciclado | 3 400 |
| Alumínio (50% reciclado) | 29 000 |
| Argamassa de cimento | 170 |
| Argila (telhas cerâmicas) | 640 |
| Argila (tijolo cerâmico) | 520 |
| Betão | 170 |
| Blocos de betão | 190 |
| Cobre não reciclado | 15 900 |
| Gesso | 240 |
| Lã de rocha | 1 360 |
| Madeira laminada | 390 |
| Vidro | 680 |

Actualmente, para os edifícios existe inúmeros sistemas de aquecimento, estando então, a escolha do mais adequado dependente de vários factores.

- Números de utilizadores
- Custo do sistema
- Espaço disponível
- Aquecedor de água existente
- Fontes de energia disponíveis

Para se almejar a sustentabilidade de um edifício de habitação é necessária a adesão a práticas de redução do consumo de energia requerida durante o seu ciclo de vida, sendo neste caso o aumento da eficiência na utilização de energia eléctrica e da água.

Na concepção da envolvente de um edifício de habitação, é necessária a compatibilização da ventilação e iluminação interior com a eficiência térmica que o correcto funcionamento de uma habitação exige, como se pode verificar na figura 4.22.[15]

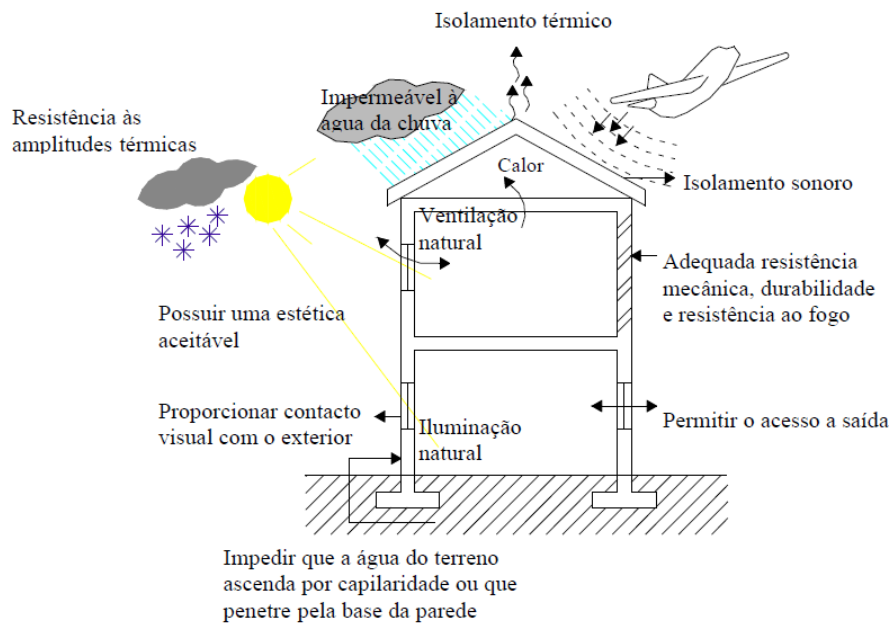


Figura 4.22- Exigências funcionais da envolvente dos edifícios[57]

A qualidade da envolvente irá influenciar quantitativamente o consumo de energia de um edifício, durante a sua fase de utilização no que concerne à manutenção do conforto, temperatura e iluminação, no seu interior.

Existem edifícios que são concebidos de modo a utilizarem os recursos naturais, como o sol, água e vento, e denominam-se como Edifícios Solares Passivos (ESP), onde também evitar a introdução de equipamentos de aquecimento e arrefecimento. Com este princípio de concepção o projectista deve tirar partido do clima local por forma[15]:

- Melhorar o conforto ambiental dos edifícios;
- Reduzir ou eliminar custos energéticos;
- Reduzir a produção de GEE's através da diminuição do consumo de energia.

No entanto para este tipo de preocupação energética, o projectista não deve somente incidir-se na zona corrente da envolvente de um edifício, mas também nas zonas de pormenorização de construção tais como, fundações, consolas, topo de vigas, pilares, juntas de dilatação. Nestas zonas o isolamento térmico é inferior à zona corrente, formando caminhos de transferência energética, mais conhecidas como pontes térmicas. [15]

Assim na fase da concepção de um edifício, a escolha da envolvente é influenciada por aspectos do clima local e da eficiência térmica[15]:

- Considerações climáticas
 - Estudar o clima local conforme se verifica estar-se presente perante um clima temperado, quente e seco, quente e húmido ou frio;
 - Estudar a geometria do local;
 - Estudar o tipo de envidraçados a aplicar nos vãos;
- Eficiência térmica
 - Estudar a função do edifício, a quantidade e tipo de equipamento que será utilizado;
 - Assegurar que os elementos da envolvente, fachadas, empenas, coberturas e pavimentos, apresentem a adequada resistência térmica;
 - Considerar a reflectância do acabamento exterior da envolvente;
 - Prevenir condensações no interior da envolvente;
 - Vedar convenientemente as portas e janelas;
 - Escolher materiais de construção e detalhes construtivos que reduzam a transferência de calor.

A componente de iluminação e os electrodomésticos de um edifício de habitação são consumidores de 25% da sua energia, sendo então necessária a moderação do seu uso para uma diminuição de custos.

Para que uma iluminação seja sustentável, ou seja, efectiva e eficiente, esta deve[15] [67]:

- Assegurar um elevado grau de conforto visual;
- Maximização ao recurso da utilização de iluminação natural;
- Assegurar um nível qualitativo e quantitativo de iluminação dos espaços por zonas;
- Redução do consumo energético;
- Tipo de lâmpada deve ser compatível com o uso do espaço;
- Vários circuitos de iluminação de cada espaço;
- Utilização de interruptores inteligentes.

Para a redução do consumo energético durante a produção de água quente, é necessário um sistema de aquecimento de água eficiente e apropriado ao espaço e tipo de utilização[15]:

- Sistemas convencionais de aquecimento de água – utilização de termoacumuladores, onde a água é aquecida numa caldeira que utiliza energia eléctrica (menos GEE), e

instantâneos que aquecem a água através de utilização de gás propano, butano ou natural;

- Sistemas solares para o aquecimento de água – funcionam com aparelhos de captação de radiação solar, fornecendo energia para termoacumuladores.

Uma das opções que promove a sustentabilidade é a escolha por sistemas de produção doméstica de electricidade a partir de fontes renováveis como o sol, o vento e a água, reduzindo assim a emissão de GEE. Apesar de o seu custo inicial ser elevado comparativamente com os convencionais, avaliando depois durante o seu ciclo de vida, estes sistemas, de uso de fonte renovável, acabam por ser menos onerosos e aumentam a qualidade ambiental do meio envolvente. [15]

Dentro dos sistemas para a produção de energia a partir de fontes renováveis estão.

- Painéis solares fotovoltaicos;
- Micro-turbinas eólicas;
- Micro-hidrogeradores.

Outro aspecto em que a concepção de um edifício deve ter em conta é a escolha por produtos sustentáveis por parte dos projectistas, que compreendem os seguintes critérios[15]:

- Energia incorporada em todo o seu LCA – cerca de 80% desta energia à Energia Primária Incorporada (PEC), ou seja na energia dispendida na extracção e transporte da matérias-primas e na produção dos produtos. Para a redução da energia incorporada nos produtos é necessária ter em conta a selecção de produtos consoante o seu local, a sua durabilidade e/ou potencial de reutilização e de reduzida massa;
- Impacte ecológico oriundo da sua produção e utilização – este decorre em todo o LCA dos produtos e como indicadores deste impacte é comum utilizar-se as emissões de CO₂ denominado por PAG. No entanto também se verifica a contaminação dos cursos de água e ecossistemas e delapidação dos recursos naturais;
- Potencial de reutilização e reciclagem dos mesmos – alguns dos produtos de construção são recicláveis, tais como os metais (aço e alumínio que possuem um elevado potencial), plásticos (não devem conter corantes e protecções que dificultem a reciclagem), vidro, madeira (têm de se encontrar em bom estado de conservação), betão e produtos cerâmicos;

- A toxidade do material para com o ecossistema e com o Homem – deve se ter em conta a selecção de produto: que não contenham tintas com diluentes tóxicos (como o benzeno, xileno e tolueno) nem CFC e HCFC e amianto, evitar madeiras que não estejam no seu estado natural, e produtos com COV;
- Custos económicos associados ao LCA – são todos os custos inerentes aos produtos de construção, desde a sua fase de aquisição, exploração, manutenção, reabilitação e demolição ou eliminação.

Outra visão de conforto é o grau de controlo que os utentes têm sobre o seu meio envolvente, particularmente o fluxo de ar e temperatura. Nos sistemas de ar piso combinada com a iluminação da tarefa tendem a oferecer os mais elevados níveis de controlo, e há ainda os sistemas que aproveitam este facto para embarcações de ambientes pessoais que permitem aos usuários controlar os níveis de ruído ambiente, juntamente com estas três variáveis. [62]

As orientações da NAHB, divide o programa de avaliação em sete princípios orientadores[62]:

- Design muito, preparação e desenvolvimento;
- Recursos materiais e eficiência;
- Eficiência energética;
- Eficiência da água;
- Qualidade do ambiente interior;
- Operação, manutenção e educação proprietário;
- Impacto global dos produtos utilizados, incluindo baixo VOC tintas e vedantes.

Quando se fala de produtos de construção, não se pode pensar somente nos recursos utilizados durante a produção e utilização, mas também se deve pensar no consumo de energia de fontes não renováveis durante o seu transporte, armazenamento, montagem e construção.

Torna-se então necessário a procura de produtos que sejam desenvolvidos segundo os seguintes critérios[37]:

- Menores emissões de CO² no seu fabrico;
- A não utilização de materiais tóxicos;
- Minimizar a utilização de combustíveis fósseis;

- Com base de materiais reciclados e que garantam uma reciclagem futura;
- Redução do material na sua produção;
- Aumento do ACV;
- Escolha por materiais biodegradáveis.

A figura 4.23, representa os vários ciclos de vida de um material, onde a sua longevidade varia consoante a sua possibilidade de recuperação, reutilização sob a forma de produto e reciclagem para posterior produção de um novo produto, ou mesmo a sua deposição em aterros. [7]

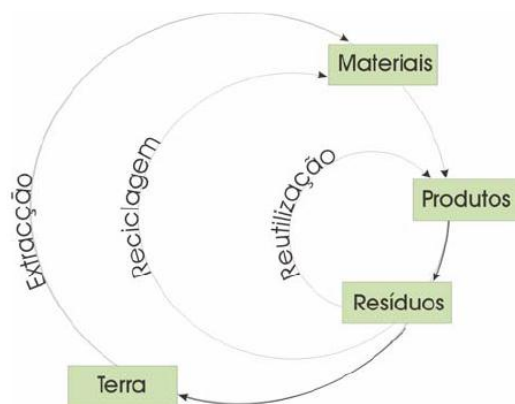


Figura 4.23 - Ciclo dos materiais[7]

O LCA é uma ferramenta que pode ajudar os reguladores para a formulação da legislação ambiental, bem como os próprios fabricantes a analisar os seus processos (energia dispendida, tempo e impactos sobre o meio ambiente), por forma, a otimizar os mesmos, transformando um produto com melhores características no final, provando ao consumidor que é a escolha mais acertada para o pretendido.

Esta ferramenta envolve a criação de medidas detalhadas durante a fabricação do produto, desde a extração de matérias-primas utilizadas na sua produção e distribuição, através de sua utilização, reutilização, reciclagem e eventualmente na sua eliminação (por aterro ou incineração).

4.3.3. Processo de Reabilitação Sustentável

No sentido de minimizar os impactos ambientais numa reabilitação de um edifício, e ao mesmo tempo promover o conforto qualitativo e menores gastos ao longo de um ciclo de vida de uma habitação, surge a oportunidade da formulação de um processo operativo de

reabilitação sustentável, que visa aplicar princípios de sustentabilidade durante todas as fases existentes numa construção deste tipo. [47]

Então para se garantir uma sustentabilidade numa reabilitação é necessário estabelecer medidas de intervenção em todas as fases (Inspeção, Projecto, Construção, Utilização e Manutenção) existentes no ciclo de vida de um edifício de habitação. [47] [68]

De modo a assegurar os pontos necessários a cumprir numa reabilitação sustentável, basta a que todos os intervenientes de uma reabilitação sigam uma determinada metodologia durante o ciclo de vida do edifício, onde então se deverão empregar as medidas de intervenção necessárias à obtenção da sustentabilidade. [47]

Assim um processo metodológico de uma reabilitação deve conter, além das fases ditas anteriormente, uma definição do programa inicial de intervenção, onde fiquem estabelecidos os objectivos genéricos desejados, ou seja, os pré-requisitos da concepção de sustentabilidade. [47]

Inspeção - período em que se elabora uma avaliação sucinta do edificado a reabilitar, verificando a existência de anomalias, os sistemas construtivos e produtos existentes, bem como se as exigências funcionais de habitação estão a ser ou não cumpridas.

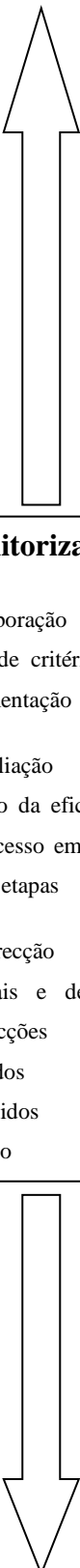
Projecto – fase em que é necessário o enquadramento das acções em torno das soluções construtivas ecológicas, acções passivas e activas, de forma que se obtenha o nível de conforto ambiental requerido. Também se efectua um estudo dos recursos e produtos envolvidos na obra em questão, que visa conceber uma eficiente solução construtiva. [47]

Construção – período de elaboração de planos de segurança no trabalho, e escolha por técnicas que minimizem os impactes ambientais, garantindo deste modo, as exigências requeridas. [47]

Utilização - promoção ao incentivo do correcto uso do edifício de habitação, bem como de todos os sistemas a utilizar, de modo a se obter melhores desempenhos ambientais e funcionais no interior do edifício. [47]

Manutenção - os procedimentos são orientados com o objectivo que as actividades sejam de fácil implementação e de grande eficiência sustentável. [47]

Tabela 4.10 - Fases e respectivos procedimentos durante uma reabilitação sustentável (adaptado de [47])

| | | |
|-------------------|--|--|
| Programa | <ul style="list-style-type: none"> Definição clara de usos e actividades Definição do nível de conforto ambiental Definição do nível de eficiência energética Definição de requisitos sociais e económicos |  |
| Inspeção | <ul style="list-style-type: none"> Avaliação do estado do edificado Apontamento do tipo das anomalias existentes Localização dessas mesmas anomalias Avaliação dos materiais a reutilizar, reciclar e recuperar Identificação dos sistemas utilizados do edifício Identificação do não cumprimento das exigências funcionais | |
| Projecto | <ul style="list-style-type: none"> Localização geográfica e exposição solar Estudo dos ventos predominantes Estudo do nível de radiação solar Estudo da pluviosidade Estudo dos níveis de ruído Estudo dos sistemas passivos de energia solar Estudo da geometria da forma Concepção da solução estética Adopção e compatibilização do sistema construtivo Seleção preferencial de produtos sustentáveis Simulação e avaliação do sistema construtivo Estimativa do conforto ambiental Elaboração de projecto de execução detalhado e compatibilizado Estudo de soluções alternativas ao sistema construtivo | |
| Construção | <ul style="list-style-type: none"> Elaboração de plano de qualidade Adopção de rotinas de execução sustentáveis Adopção de rotina de acompanhamento sistemática das diferentes fases de construção Minimização dos impactes ambientais temporários Implementação de normas de segurança, higiene e saúde no trabalho | |
| Utilização | <ul style="list-style-type: none"> Elaboração de manual de utilização dos edifícios Elaboração de listagens de materiais, produtos e fornecedores Controlo de uso dos espaços | |
| Manutenção | <ul style="list-style-type: none"> Elaboração de manual de procedimentos de manutenção Controlo de execução periódica | |

Monitorização

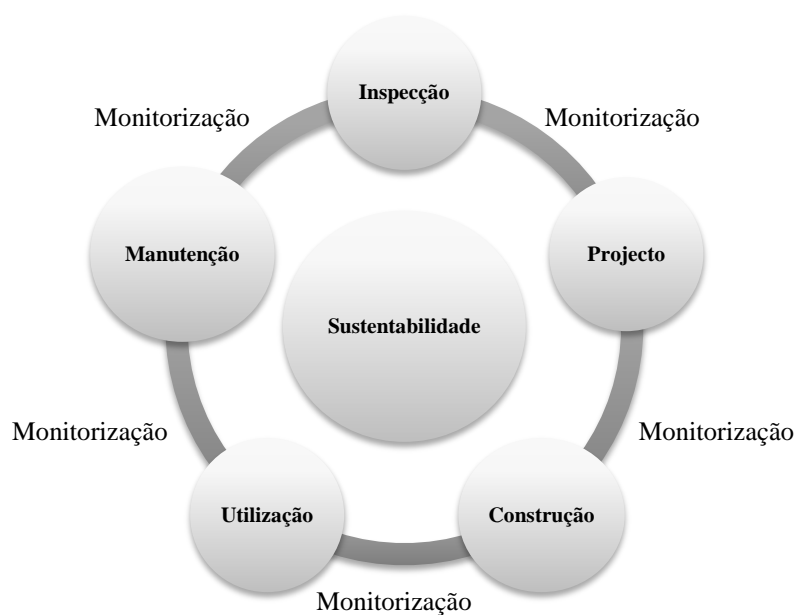
Elaboração de fichas de critérios de implementação

Avaliação e controlo da eficiência do processo em todas as suas etapas

Correcção de eventuais e desvios, incorrecções ou resultados não pretendidos no processo

Durante este processo metodológico realizam-se variadas medidas de intervenção (ver em anexo I página 131) que tem como objectivo o almejar o conforto ambiental e exigências

Para o reconhecimento de que estas medidas de intervenção são realizadas, ao longo da metodologia implementada, conforme os pré-requisitos da sustentabilidade, é imprescindível a sua monitorização ao longo de todas as fases (ver figura 4.24), convertendo-se num processo eficiente de reabilitação do edificado.[47]



Para se estabelecer as linhas orientadoras do conceito de sustentabilidade, promove-se a criação de fichas que avaliem as actividades efectuadas durante o ciclo de vida do edifício, contribuindo valiosamente para a sua eficiência. Este género de registo, designam-se por fichas de critérios de implementação e tem como parâmetros de avaliação semelhantes às actividades referidas no anexo I página 129. [47]

59

A fase do projecto torna-se ainda mais decisiva numa reabilitação (ou construção nova) sustentável, porque é nesta fase que se define os materiais, produtos, sistemas de construção, e mão-de-obra, a utilizar durante as restantes fases do ciclo de vida do edifício de habitação. Este assunto é facilmente identificado com discrepância de medidas de intervenção existente na tabela em anexo I (página 129), comparativamente com as restantes fases.

4.3.4.Sistemas de Avaliação da Construção

Existe uma série de indicadores e parâmetros que verificam se uma construção é sustentável, estes possuem ponderações que retratam os principais problemas ambientais locais e a eficiência que um edifício pode conter. [69]

Um Edifício habitacional que apresente boa performance ambiental, e no entanto não apresente o cumprimento das exigências funcionais de um edifício de habitação, não pode ser considerado um edifício sustentável. Outro caso é o almejo de um edifício que possua boas performances ambientais e que cumpra as exigências funcionais, mas que o seu custo de construção seja demasiado elevado, de tal forma a que não se considere que este edifício não possa ser também considerado sustentável. [69]

Assim o que se pretende é uma construção de um edifício que cumpra as exigências funcionais habitacionais, que tenha um impacte ambiental positivo e que ao mesmo tempo o seu custo não seja inoportuno, por forma, a que durante o seu ciclo de vida o dono de obra obtenha retorno do seu investimento.

Devido à importância do sector de edifícios, este tem sido alvo de abundantes investigações, o que originaram diferentes métodos de avaliação da sustentabilidade de edifícios, onde a sua principal diferença é a orientação ao objecto em análise e distinguem-se por três diferentes tipos[69] [59]:

- Suporte á concepção de edifícios sustentáveis – aplicadas às fases de ante-projecto e projecto dos edifícios, sendo a EcoPro (Finlândia) um dos tipos de ferramenta;
- Sistema de ACV dos produtos e sistemas de construção – aplicam-se também nas fases de ante-projecto e projecto avaliando o impacte ambiental dos produtos em todos os sectores que estão envolvidos no seu ciclo de vida e também no seu desempenho económico. EPM (Holanda), Eco-Quantum (Holanda), Eco-Effect (Suécia), ENVEST (Reino Unido), BEES (Estados Unidos), ATHENA (Canadá) e MARSC-SC (Portugal) são alguns dos exemplos deste tipo de sistema de avaliação;

- Sistemas e ferramentas de avaliação e reconhecimento da construção – este sistema tem como finalidade garantir a sustentabilidade em todos os processos existentes no ciclo de vida de um edifício, avaliando os parâmetros ambientais, sociais, funcionais e económicos exigidos numa construção sustentável. A LEED (Estados Unidos), a BREEAM (Reino Unido) e a LiderA (Portugal) são exemplos deste sistema de avaliação, mas baseiam-se nos sistemas AVC para avaliar todo o edifício de habitação.

Apesar de uma certificação acarretar custos adicionais a um projecto, esta fornece uma verificação reconhecida de terceiros sobre o edifício, ficando este avaliado acerca da sustentabilidade, e o proprietário com a informação do seu empreendimento[61].

4.3.4.1. Sistemas de avaliação mais conhecidos

Os sistemas de avaliação da sustentabilidade de edifícios mais conhecidos são os de avaliação e reconhecimentos da construção, ou seja, os LEED, BREEAM por todo o mundo e em Portugal a LiderA. Estes sistemas baseiam-se nos regulamentos e legislação local, bem como na solução construtiva utilizada no local e os pesos e indicadores são pré-definidos consoante as realidades sociais, culturais, ambientais e económicas do local. [69]

O desenvolvimento de sistemas de classificação de desempenho ambiental de edifícios tecnicamente consistentes implicava, necessariamente, o incentivo de outros segmentos da indústria da construção a desenvolver produtos e serviços de maior qualidade ambiental.

Comparando os sistemas de certificação apresentados, foram estabelecidos indicadores, de modo a agrupar e uniformizar as categorias estabelecidas por cada sistema de avaliação de edifícios, sendo eles[70]:

- **Local e integração** – que engloba as áreas referentes à ocupação do solo ecologia, paisagem, amenidades e mobilidade.
- **Cargas ambientais e impacte na envolvente** – relativo às áreas de cargas induzidas pelos edifícios, sendo estas, ruído efluentes emissões atmosféricas, resíduos, bem como efeitos térmicos.
- **Recursos** – integrando as áreas de energia, água, materiais e recursos alimentares.

- **Ambiente interior** – onde se insere a qualidade do ar interior, o conforto térmico, acústico, higró-térmico, visual, ventilação e luminosidade.
- **Planeamento, durabilidade e adaptabilidade** – relativamente à área de controlo de qualidade.
- **Gestão ambiental e inovação** – onde estão presentes as áreas de sistemas de inovação ao nível das tecnologias e design, bem como os procedimentos de gestão do edifício e gestão ambiental.
- **Aspectos políticos e socioeconómicos** – relacionando a componente social para a o desenvolvimento sustentável, bem como os critérios de origem em políticas nacionais e internacionais.

Tabela 4.11 - Indicadores e respectivas categorias dos Sistemas de avaliação BREEAM, LEED e LiderA (adaptado de [70])

| Local e Integração | Recursos | Cargas ambientais e impacte na envolvente | Ambiente e interior | Planeamento, durabilidade e adaptabilidade | Aspectos políticos e socioeconómicos |
|--|---|---|--|---|---|
| BREEAM <ul style="list-style-type: none"> • Saúde e conforto • Ocupação do solo • Transporte | BREEAM <ul style="list-style-type: none"> • Uso da energia • Uso da água • Uso de materiais | BREEAM <ul style="list-style-type: none"> • Uso de energia • Transporte • Poluição | BREEAM <ul style="list-style-type: none"> • Saúde e conforto | BREEAM | BREEAM <ul style="list-style-type: none"> • Gestão |
| LEED <ul style="list-style-type: none"> • Sítios sustentáveis • Materiais e recursos • Prioridade regional | LEED <ul style="list-style-type: none"> • Eficiência da água • Energia e atmosfera • Materiais e recursos • Qualidade do ambiente interior | LEED <ul style="list-style-type: none"> • Sítios sustentáveis • Qualidade do ambiente interior | LEED <ul style="list-style-type: none"> • Qualidade do ambiente interior | LEED <ul style="list-style-type: none"> • Sítios sustentáveis | LEED <ul style="list-style-type: none"> • Sítios sustentáveis |
| LiderA <ul style="list-style-type: none"> • Integração local | LiderA <ul style="list-style-type: none"> • Recursos | LiderA <ul style="list-style-type: none"> • Cargas ambientais | LiderA <ul style="list-style-type: none"> • Conforto ambiental | LiderA | LiderA <ul style="list-style-type: none"> • Vivência socioeconómica |

4.3.4.2.Sistemas de avaliação de produtos

4.3.4.2.1.EPM

Este sistema de avaliação foi implementado e usado primariamente na Holanda em 1995, onde as novas casas começaram a “conhecer” níveis standards (normativos) para o seu aquecimento, sistema de água quente e ventilação. Estes níveis são definidos pelo Ministério Holandês da Habitação, Ordenamento Físico e do ambiente. [71]

Nos dias de hoje, sete países da União Europeia utilizam este método como ferramenta de avaliação em projectos de conforto energético e climático, onde ficou demonstrado que os seus requisitos substanciais são aplicáveis em toda a Europa. No entanto é sabido que cada país tem as suas condições e requisitos e que este método deve ser direccionado e especificado consoante as necessidades do país. [71]

Neste método comparam-se os materiais e produtos disponíveis e classifica-os de acordo com a avaliação ambiental. O resultado desta avaliação não é absoluto, mas um ranking baseado apenas em relação ao impacto ambiental: uma preferência ambiental. [71]

Para a implementação deste método criou-se um manual para a construção ou reabilitação dos edifícios, que visam os parâmetros da sustentabilidade como os danos ao ecossistema, o uso excessivo dos recursos naturais, as emissões, a energia dispendida, os desperdícios gerados e a possibilidade de reutilização dos materiais e a noção do ciclo de vida dos mesmos. [71]

O processo do EPM tem uma estrutura análoga ao LCA, ou seja, contem os mesmos quatro passos de procedimento: objectivos, inventário, classificação e avaliação.

O manual expõe uma descrição abreviada dos aspectos ambientais, que resultou em sua classificação. Esta simples classificação dos produtos permite englobar as preocupações ambientais bem como outros factores, tais como o preço e a durabilidade, no processo de tomada de decisão. Assim aquando da elaboração da especificação e selecção dos produtos, o arquitecto, engenheiro ou empreiteiro pode rapidamente consultar o manual para a melhor solução ambiental. [71]

Este manual foi concebido com materiais de referência, onde as suas soluções alternativas de concepção/produtos são indicadas para a construção dos diversos elementos existentes num edifício. A sua classificação é a baseada de acordo com o seu impacte impacto ambiental, ou

seja, a preferência recai para o produto que menor impacto ambiental principal (mais gravoso) gera. De seguida é realizada uma justificação e comentário, para a sua preferência, bem como a indicação do seu custo. [71]

Para a determinação dos parâmetros das preferências neste manual só foram tidos em causa as questões ambientais. As restantes, como o custo e aparência, não são considerados, a menos que afectem o ambiente, como a necessidade de manutenção e durabilidade. [71]

Assim no manual de construção ou de renovação, cada capítulo representa uma selecção de base para cada elemento de construção, que compõe um edifício. A selecção de base (1ª preferência) pode não ser a melhor no ponto de vista ambiental, pois normalmente esta implica maiores custos que a solução tradicional, ficando então a melhor solução ambiental para segunda, ou mesmo para terceira preferência. [71]

A solução base representa a selecção de soluções de design que não só são tecnicamente comprovadas, mas que em comparação com as tradicionais, não são mais onerosas para a construção. [71]

O factor custo é sempre importante, pois as soluções alternativas mais ambientais acabam muitas das vezes por serem mais caras devido à sua produção ser em pequena escala, ou os empreiteiros cobram mais, pois não se encontram familiarizados com o produto. [71]

4.3.4.2.2.MARSC-SC

Esta metodologia foi desenvolvida especificamente para a realização de um trabalho realizado por o professor Luís Bragança e Ricardo Mateus, onde avaliaram a sustentabilidade das soluções construtivas, através da análise relativa de cada elemento construtivo, a solução construtiva mais aplicada (solução de referencia). Esta Metodologia aborda três grupos de parâmetros: ambientais, funcionais e económicos, ver tabela 4.12. [57]

A comparação deste método é realizada através de índices de comparação, que expressam a relação de grandeza existente num determinado parâmetro da solução em estudo com a de referência, permitindo a conclusão de que a solução em estudo é melhor ou pior do que a solução de referência. [57]

Tabela 4.12 - Parâmetros que podem ser considerados em cada indicador da MARSC-SC[57]

| PARÂMETROS | | |
|--|--|---|
| Ambientais | Funcionais | Económicos |
| <ul style="list-style-type: none"> • Massa; • Energia primária incorporada (PEC); • Quantidade incorporada de matéria-prima reciclada; • Potencial de reutilização; • Potencial de reciclagem; • Reservas remanescentes de matéria-prima; • Distância média de transporte dos materiais/ produtos necessários; • Potencial de aquecimento global (PAG); • Quantidade de água incorporada. | <ul style="list-style-type: none"> • Isolamento sonoro a sons de condução aérea; • Isolamento sonoro a sons de percussão; • Isolamento térmico; • Durabilidade; • Comportamento ao fogo; • Construtibilidade; • Flexibilidade; • Inovação e desenho. | <ul style="list-style-type: none"> • Custo de construção; • Custo de manutenção; • Custo de reabilitação; • Custo de desmantelamento/ demolição; • Valor venal; • Custo do tratamento para devolução ao ambiente natural. |

Para uma avaliação o número de parâmetros de referência dentro de cada grupo de parâmetros (ver tabela 4.12) poderá ser adaptado em função do grau de complexidade que se pretenda, bem como, das características próprias de cada solução construtiva e das exigências funcionais e dos dados disponíveis. [57]

Para uma melhor interpretação dos valores que representam a sustentabilidade das soluções, é representação desses mesmos valores por gráficos (em forma geométrica), ficando mais perceptível a todos os intervenientes da melhor solução a escolher. Cada ponto da forma geométrica indica o valor do parâmetro em estudo, e o número de pontos é consoante o número de parâmetros que se pretende estudar para a escolha da solução. A esta representação denomina-se de Perfil Sustentável. [57]

5. Produtos sustentáveis / ecológicos

5.1. Enquadramento

A concepção de uma reabilitação sustentável passa por vários processos ao decorrer da mesma. Sendo na fase de projecto, a que se define, em maior percentagem, a quantidade de produtos e de processos de construção numa obra. Então a selecção dos produtos a utilizar em obra, é um dos processos mais importantes para a caracterização da obra em termos sustentáveis. Para que tal aconteça, é necessário o conhecimento da existência dos mesmos, e para uma rápida solução de qual o produto a utilizar é conveniente ter uma lista de produtos apropriados para cada elemento constituinte de um edifício.

Produtos que usam os recursos da terra (matérias-primas) de forma ambientalmente responsável, que respeitam as limitações do uso de recursos não renováveis como o carvão e minérios metálicos. [72]

Estes produtos respeitam o padrão dos ciclos da natureza e interagem com o ecossistema conscientemente. Não são tóxicos, podem ser produzidos através de materiais reciclados e são recicláveis no seu futuro, sendo ao mesmo tempo, eficientes em termos energéticos e no consumo de águas. Assim caracterizam-se como produtos sustentáveis, aqueles que são verdes na forma como são fabricados, utilizados e recuperados após o seu uso. [72]

Infelizmente a humanidade tem uma tendência em limitar-se ao desenvolvimento de produtos petrolíferos e químicos sintéticos. No entanto, já existem alguns empresários a provar que esta tendência é errada e a prova disso são por exemplos os painéis fotovoltaicos que têm melhorado a sua eficiência e a existência de novos plásticos oriundos de produtos agrícolas. [72]

Uma das questões essenciais neste virar da página das escolhas pela sustentabilidade do dia-a-dia é a questão financeira, e quando o custo é discutido em relação às questões ambientais, é necessário considerar tanto a de maiores custos sociais, bem como os custos suportados directamente pelo indivíduo sob o actual sistema económico. [72]

Comparações económicas demonstram que os produtos verdes são muitas vezes competitivos para a aquisição e instalação, principalmente aqueles que são derivados de materiais reciclados. [72]

No caso dos aparelhos incorporados nos edifícios e do sistema de iluminação, estes devem ser avaliados em torno do seu ciclo de vida, porque são geralmente mais caros na sua aquisição ou/e na sua compra, mas são menos onerosos na sua operação/utilização. Provavelmente a única razão é que estes produtos são novos e têm de suportar os custos de investigação e do seu desenvolvimento, no entanto se a avaliação da eficiência energética for elevada, existirá um retorno quantificável. [72]

Os produtos também podem ser mais caros devido ao empreiteiro não estar familiarizado com o produto e a tendência é que estes valores iniciais destes produtos irão diminuir com o tempo. [72] [71]

O desafio de avaliar um produto ser ou não verde contém questões aparentemente simples que pode ainda produzir respostas complexas, como por exemplo[72]:

- **É perigoso?** Pode existir reacções químicas durante as várias etapas com os seus subprodutos, os quais não foram testados os seus efeitos sobre os seres humanos?
- **Qual a sua origem?** E se um dos materiais para a elaboração de um produto provém de um ecossistema em extinção?
- **É reciclado?** Os seus materiais são oriundos exclusivamente de materiais reciclados? O seu processo de fabricação utiliza materiais com base no petróleo? E se o produto é totalmente proveniente de materiais reciclados mas na sua colocação existe no sistema de construção, agentes cancerígenos?
- **É de elevada eficiência energética?** Que energia é usada para o fabrico deste tipo de produto, é de fonte renovável? Produz CFC durante o seu fabrico?
- **São produtos reutilizáveis ou recicláveis?** O produto pode, na sua fase final, ir para um aterro?

5.2. Tipos de produtos sustentáveis

Os produtos têm diferentes matérias-primas, processos de fabrico e o seu ciclo de vida. Entende-se por matéria-prima de um produto a base material necessário para a sua elaboração, assim o produto sustentável pode ser manufacturado através de materiais reciclados e/ou provenientes de materiais ecológicos. O processo de fabrico condiciona os consumos gastos para a elaboração do produto bem como a fonte de energia que foi utilizada, ou seja, se tem origem de fonte renovável. Quanto ao ciclo de vida do produto este indica se o produto tem

ou não mais consumo durante as fases de construção, utilização e manutenção, se o produto tem ou não maior tempo de vida, pois estes factores irão influenciar posteriormente os impactos ambientais.

Assim os produtos sustentáveis podem ser caracterizados consoante as tipologias se são reutilizáveis e recicláveis, se são derivados de materiais reciclados, de reduzido consumo energético e se são ecológicos.

5.2.1.Reutilizáveis e Recicláveis

Na indústria de construção grande parte dos produtos ou materiais correntes, têm baixo potencial de reciclagem, no entanto há produtos que podem ser reciclados ou/e reutilizáveis várias vezes no seu ciclo de vida, mas hoje em dia em Portugal este potencial raramente é usado.

Os materiais recicláveis apresentam vantagens pelo facto de esgotada a sua vida útil poderem vir a gerar novos produtos, onde se incluem nestes quase todos os materiais metálicos. Um produto que pode ser facilmente reciclado tem vantagens em relação a um produto que é inicialmente “verde”, mas que não pode ser reciclado.

Os produtos reutilizáveis são vantajosos no que concerne aos custos de obra, bem como irão gerar menores impactes ambientais negativos, tais como a emissão de GEE's ou gastos de energia durante o seu processo de fabrico.

5.2.2.Reciclados

A opção pela reciclagem de produtos, em vez do fabrico de produtos a partir de novas matérias-primas, pode-se reduzir o impacto negativo ambiental.

A utilização de produtos derivados de fontes renováveis contribui inequivocamente para a sustentabilidade da indústria da construção. Neste grupo podem incluir-se produtos como a madeira, ou o bambu, desde que o ritmo de renovação destas espécies seja superior ao ritmo do seu consumo pela indústria da construção, ou seja, a sua exploração é controlada. [54][55]

De acordo com alguns investigadores, outra forma eficiente para a sustentabilidade, passa pela incorporação de resíduos de outras indústrias em materiais de construção para o fabrico de produtos [6].

5.2.3.Reduzido consumo energético ou de águas

Para lá do facto que se prende com a situação energética deficitária da realidade Portuguesa e que implica a importação desta, já que Portugal depende em mais de 85% de fontes exteriores de energia primária [6], a sua redução solucionará os problemas económicos, e/ou os problemas ambientais decorrentes das emissões de GEE's. A escolha adequada dos materiais de construção pode assim contribuir de forma decisiva para a redução da quantidade de energia necessária na construção de edifícios.

A energia gasta em transporte de produtos de construção implica necessariamente que se deva privilegiar a utilização de materiais locais.

5.2.4.Ecológicos/biológicos

Este tipo de produto provém de diversas razões, entre as quais a durabilidade do material que fará com o mesmo tenha maior tempo de vida útil, ou seja, resultando em menores impactes ambientais.

Outra razão é o facto dos materiais utilizados para o fabrico dos produtos serem de origem ecológica e/ou biológica, o que condicionada directamente o produto ser “verde”. Também podem existir produtos que podem ser ecológicos, mas se a solução construtiva não for, este deixa de ser sustentável, isto acontece nos casos em que se utiliza, por exemplo colas tóxicas.

Uma das principais razões é o PEC do produto, porque se esta provém de uma fonte renovável o produto será incondicionalmente mais sustentável do que um que tenha utilizada energia não renovável.

5.2.5.Produtos sustentáveis para a reabilitação de edifícios habitacionais

A selecção dos produtos ditos sustentáveis, não deve ser efectuada dispensando uma abordagem global de todos os impactos ambientais causados pelo material.

O facto de não ser possível saber-se que à priori um dado produto é mais amigo do ambiente do que outro, ou seja, se o primeiro utiliza produtos locais, e utilizar vários resíduos industriais, no entanto, pode produzir uma elevada quantidade de CO₂. Já o segundo, apresenta, por exemplo, a vantagem de poder ser reciclado indefinidamente, contudo a sua produção envolve elevado consumo energético e é susceptível a degradação por corrosão.

Com isto, a base para a escolha de produtos num projecto nunca é a mesma, pois o que é sustentável para uns pode não ser sustentável para outros. Parte do projectista, ter a consciência da escolha consoante o local e tipo de obra.

Nesta dissertação a escolha dos produtos para a proposta de um conjunto de produtos sustentáveis, que visam a substituição de produtos correntes, sendo realizada sem ter em conta estes parâmetros, e por isso é que existe por vezes, mais que uma hipótese de escolha para uma dado produto corrente.

Para melhor percepção dos produtos sustentáveis a utilizar numa reabilitação, optou-se por discriminar o edifício em diversos elementos mais comuns existentes numa construção, ou seja, em fundações, estrutura, compartimentação, sistemas prediais (redes), cobertura e equipamentos.

De seguida são efectuados quadros com a indicação do produto corrente que supostamente poderá ser substituído pelo proposto, com a enumeração dos parâmetros em este é mais sustentável. Estes produtos foram consultados em fonte bibliográfica e sites, ambos especializados e muitos dos produtos se encontram certificados pela LEED e BREEAM ([71][72][73] e www.greenspec.co.uk).

Tabela 5.1 - Produto corrente vs proposto para fundações

| Corrente (material utilizado) | Proposto | |
|---|--|--|
| | Produto | Descrição |
| Paredes | | |
| Blocos de Betão Celular Autoclavado (mat. virgem) | Blocos de Betão Celular Autoclavado | <ul style="list-style-type: none"> Constituintes: PFA (50% reciclado), areia, cal, cimento, alumínio e água; Produto reutilizável. |
| Impermeabilização | | |
| Membrana (betume ou plástico) | Membrana PE reciclado | <ul style="list-style-type: none"> Constituintes: 100% Polietileno reciclado; Produto reutilizável e reciclável. |
| Tela drenante (PVC) | Oldroyd XV e Xs | <ul style="list-style-type: none"> Constituintes: bloco de polímero de polipropileno reciclado e geotextil; |

| | | |
|---------------------------------------|----------------------|---|
| | | <ul style="list-style-type: none"> • Produto reutilizável e reciclável. |
| Isolamento | | |
| Isolamento (petroquímicos) | Foamglass | <ul style="list-style-type: none"> • Constituintes: sílica, areia e elementos de produção de vidro (vidro reciclado e novo, com carbono misturados) • Produto reutilizável e não inflamável • Produzido sem emissão de CFC e pentano |
| Poliestireno extrudido ou poliuretano | Membrana de alumínio | <ul style="list-style-type: none"> • Menor impacto ambiental • Não tóxico |

Tabela 5.2 - Produto corrente vs proposto para estrutura

| Corrente (material utilizado) | Proposto | |
|--|-------------------------------------|--|
| | Produto | Descrição |
| Esqueleto (viga, pilar, escada, consola) | | |
| Betão armado | Aço leve (LSF) | <ul style="list-style-type: none"> • Constituintes: aço moldado a quente/frio • Produto reciclável |
| Betão | Madeira macia | <ul style="list-style-type: none"> • Constituintes: bambu (floresta controlada) • Menor condutividade térmica • Para uso interior • Produto reciclável |
| Betão armado | Madeira | <ul style="list-style-type: none"> • Constituintes: madeira durável tipo Peroba-rosa (<i>Aspidosperma polyneuron</i>) • Produto reciclável <p>Nota: Para uso exterior ou suportar cargas pesadas</p> |
| Laje | | |
| Laje densa de betão | Limecrete® | <ul style="list-style-type: none"> • Constituintes: cal e agregados reciclados |
| Betão | Placa de poliuretano reciclado | <ul style="list-style-type: none"> • Constituintes: Espuma rígida de poliuretano reciclado; fibras recicladas. • Produto reutilizável e reciclável |
| Bloco de betão (mat. virgem) | Blocos de Betão Celular Autoclavado | <ul style="list-style-type: none"> • Constituintes: PFA (50% reciclado), areia, cal, cimento, alumínio e água. • Produto reutilizável • Aumenta o desempenho térmico |

| Impermeabilização | | |
|------------------------------------|---------------------|---|
| Barreira pára vapor (petroquímico) | Barreira pára vapor | <ul style="list-style-type: none"> Constituintes: Membrana com base de copolímero de polietileno, <i>fleece</i> e esteiras de reforço de polipropileno Produto reciclável |

Tabela 5.3 - Produto corrente vs proposto para compartimentação

| Corrente (material utilizado) | Proposto | |
|--|-------------------------------------|---|
| | Produto | Descrição |
| Alvenaria | | |
| Parede de alvenaria | Placas OSB | <ul style="list-style-type: none"> Constituintes: Madeira aglomerada proveniente de floresta controlada Produto reciclável |
| Betão <i>in situ</i> (não estrutural) | Bio-composto | <ul style="list-style-type: none"> Constituintes: mistura com cânhamo e cal Produto reutilizável e reciclável Baixa condutividade térmica |
| Parede de alvenaria | Insulspan SIP | <ul style="list-style-type: none"> Constituintes: Placas OSB (FSC) e EPS |
| Alvenaria (convencional) | Adobe | <ul style="list-style-type: none"> Constituinte: terra e areia Produto reciclável |
| Alvenaria (convencional) | Placa de gesso cartonado | <ul style="list-style-type: none"> Constituintes: gesso e fibras de celulose Baixa densidade Bom isolamento acústico Boa resistência ao fogo (fibras de vidro) Não necessitam de isolamento se forem transformados |
| Bloco de betão (mat. virgem) | Blocos de Betão Celular Autoclavado | <ul style="list-style-type: none"> Constituintes: PFA (50% reciclado), areia, cal, cimento, alumínio e água Bom isolamento acústico e térmico Produto reutilizável |
| Envidraçada | Kalwall | <ul style="list-style-type: none"> Constituintes: Fibra de vidro faces, fibra de vidro / <i>aerogel core</i>, moldura de alumínio. Produto reutilizável, reciclável Menores taxas de condutividade térmica |
| Envidraçada | Envidraçados | <ul style="list-style-type: none"> Constituintes: vidro e prata |

Novos produtos para a reabilitação sustentável de edifícios de habitação

Produtos sustentáveis / ecológicos

| | | |
|---|-----------------------------|---|
| | IPlus | <ul style="list-style-type: none"> Baixas emissões no seu fabrico |
| MDF (c/fomaldeído) | Placas Medite écologique | <ul style="list-style-type: none"> Constituintes: desperdícios de madeira, resina (MDI), cera de emulsão, de água Produto reutilizável e reciclável Baixo teor fomaldeído |
| Alvenaria convencional | Bloco de barro | <ul style="list-style-type: none"> Constituintes: Barro cozido Produto reutilizável Menor condutividade térmica |
| Placas de madeira (fonte não certificada) | SmartPly OSB ₃ | <ul style="list-style-type: none"> Constituintes: FSC pinheiro, resina (MDI), cera de emulsão, de água Produto reciclável |
| Isolamento | | |
| Isolamento (petroquímicos) | Isofloc | <ul style="list-style-type: none"> Constituintes: papel reciclado e sais bóricos Produto fungicida Produto multifacetado e de variada aplicação Isolante térmico e acústico |
| Isolamento (petroquímicos) | Rockfall | <ul style="list-style-type: none"> Constituintes: rocha ígnea (vulcânica), além de subprodutos da indústria do aço e gesso Produto reutilizável Isolante térmico e acústico |
| Isolamento (não renováveis) | Termex | <ul style="list-style-type: none"> Constituintes: jornal reciclado com aditivos não tóxicos Para madeiras Produto reutilizável |
| Isolamento (não renováveis) | ThermoHemp | <ul style="list-style-type: none"> Constituintes: cânhamo, algodão reciclado e poliéster Produto reutilizável |
| Lã de vidro c/fomaldeído | Earthwool DriTherm | <ul style="list-style-type: none"> Constituintes: Casco de vidro reciclado, areia e ligante Produto reutilizável e reciclável |
| Isolamento (não renováveis) | Pavatex | <ul style="list-style-type: none"> Constituintes: fibra de madeira e parafina Produto reutilizável e reciclável Resistente à água <p>Nota: Para fachadas ventiladas</p> |

| | | |
|--|-------------------------------|---|
| | | |
| Isolamento (fibra de vidro virgem) | Isover CWS | <ul style="list-style-type: none"> • Constituintes: lã de vidro mineral com material reciclado • Produto reutilizável |
| Isolamento (petroquímicos) | Isovlas | <ul style="list-style-type: none"> • Constituintes: Linho, <i>binder</i> e sais • Produto reutilizável • Isolante térmico, acústico e resistente ao fogo |
| Isolamento (mat. virgem) | Borracha | <ul style="list-style-type: none"> • Constituintes: membrana de borracha (35% reciclado), lã de vidro e alumínio • Isolamento acústico e térmico <p>Nota: Para tubagem</p> |
| Isolamento (mat. virgem) | Painel de fibra de madeira | <ul style="list-style-type: none"> • Constituintes: resíduos de papel serraria, betume e reciclado • Produto reciclável • Isolamento acústico <p>Nota: Para piso radiante</p> |
| Isolamento (mat. virgem) | BioBased | <ul style="list-style-type: none"> • Constituintes: Espuma de poliuretano de base de soja • Produto renovável • Boa Resistencia térmica e acústica |
| Isolamento (petroquímicos) | HolzFlex40 | <ul style="list-style-type: none"> • Constituintes: Reciclados de papel e fibras de madeira • Semi-rígido |
| Isolamento (petroquímicos) | Igloo celulose | <ul style="list-style-type: none"> • Constituintes: 85% de fibras de madeira e 15% materia biodegradável • Produto reciclável • Excelente isolador acústico |
| Componentes | | |
| Espaçadores metálicos | Espaçador | <ul style="list-style-type: none"> • Constituintes: anel de fibras de basalto, fixado em uma resina <i>epóxi</i> e um neoprene. • Produto reutilizável • Baixa condutividade térmica |
| Verga de aço | Lintel | <ul style="list-style-type: none"> • Constituintes: Resina poliéster, enchimento, |

Novos produtos para a reabilitação sustentável de edifícios de habitação

Produtos sustentáveis / ecológicos

| | | |
|----------------------------|-----------------------------|---|
| | GRP | <p>catalisador, fibra de vidro, pigmentos.</p> <ul style="list-style-type: none"> Baixa condutividade térmica |
| Metal expandido | Esteiras de cana | <ul style="list-style-type: none"> Constituintes: cana (controlada) Baixa condutividade térmica |
| Cofragens (madeira) | Clayboard | <ul style="list-style-type: none"> Constituintes: papel reciclado Produto reciclável |
| Tecto | | |
| Tecto falso (mat. virgem) | Papel reciclado | <ul style="list-style-type: none"> Constituintes: lã de rocha, perlite, papel reciclado, argila de bola, fibra de vidro reciclado, fibra mineral, dolomita, caulino, argila calcinada. Produto reciclável |
| Reboco convencional | BioLine | <ul style="list-style-type: none"> Constituintes: bambu e 70% é material reciclado ou desperdícios de madeira natural com 80% material reciclado |
| Revestimentos | | |
| Argamassa de cimento | Argamassa de cal hidráulica | <ul style="list-style-type: none"> Constituintes: cal hidratada (CL90), areia e cal hidráulica natural (NHL) Longa duração |
| Argamassa de cimento | Eco-cement | <ul style="list-style-type: none"> Constituintes: magnésia e cinzas Absorve CO₂ |
| Argamassa de cimento | BaumitBayosan LL66 | <ul style="list-style-type: none"> Constituintes: areia, cal, cimento, agregados minerais leves e aditivos para melhorar a trabalhabilidade e aderência |
| Mosaico | Betonilha | <ul style="list-style-type: none"> Constituintes: vidro e areia reciclados e cimento |
| Estuque | Placa de barro | <ul style="list-style-type: none"> Constituinte: Argila, silte, areia, aditivos orgânicos e minerais, palha, linho, malha de cana e juta. Produto reutilizável |
| Piso (fonte não renovável) | Piso elevado com isolamento | <ul style="list-style-type: none"> Constituintes: reciclado, resíduos pós-consumo, sílica, areia e elementos da produção de vidro (vidro reciclado e novo, com carbono misturados); Produto reutilizável |

| | | |
|--------------------------------|-------------------------|---|
| | | <ul style="list-style-type: none"> Baixa condutividade térmica |
| Mosaico convencional | FSC Oak | <ul style="list-style-type: none"> Constituintes: FSC Carvalho e polímeros de baixo nível de VOC |
| Madeira não protegida | Bambu | <ul style="list-style-type: none"> Constituintes: FSC bambu com adesivos de baixos níveis de VOC's Sem formaldeído Produto não tóxico |
| Placas (s/ conteúdo reciclado) | Placas de gesso | <ul style="list-style-type: none"> Constituintes: gesso e fibras de celulose reciclada Produto Reciclável |
| Argamassa de cimento | EcoRock | <ul style="list-style-type: none"> Constituintes: cimento e desperdícios siderurgicos (80% reciclado) |
| Agregado virgem | Bradstone Enviromansory | <ul style="list-style-type: none"> Constituintes: Cimento, <i>stent</i> china argila, água Produto reutilizável e rciável Não necessita de acabamento <p>Nota: Para fachada exterior</p> |
| Mosaico convencional | EcoClad | <ul style="list-style-type: none"> Constituintes: Fibras de Bambu FSC e papel reciclado, sem solventes e VOCs Produto reciclável <p>Nota: Para fachada exterior</p> |
| Madeira convencional | Cortiça Globus | <ul style="list-style-type: none"> Constituintes: cortiça sem VOCs Coloração variada e serve para qualquer sítio da casa Boa resistencia ao choque |
| Placas (s/ conteúdo reciclado) | Tire tiles | <ul style="list-style-type: none"> Constituintes: borracha de pneus reciclados Menor impacto ambiental |
| Acabamentos | | |
| Tinta sintética | Pintura de barro | <ul style="list-style-type: none"> Componentes: caulino Inglês, leite, extrato vegetal e pigmentos naturais Pó não utilizado pode ser compostado Não tóxico Baixo impacte ambiental |

| | | |
|---------------------------------------|---|--|
| Tinta (solventes petroquímicos) | Pintura com base caseína | <ul style="list-style-type: none"> • Constituintes: caseína, giz branco, cal, silicato de alumínio, argila de porcelana, de celulose, carbonato de cálcio, talco sem amianto, fosfato de sódio pigmentos, terra. • Não tóxico • Baixo impacto ambiental |
| Tinata convencional | Insuladd | <ul style="list-style-type: none"> • Melhor desempenho térmico <p>Nota: Para fachada interior</p> |
| Tinta (solventes petroquímicos) | Casca de ovo | <ul style="list-style-type: none"> • Constituintes: água, barro, acrílico copolímero de dióxido de titânio, antiespumante de óleo mineral, fungicidas • Não tóxico • Baixo impacto ambiental |
| Primário (solvente) | Primário de silicato de superfícies de gesso | <ul style="list-style-type: none"> • Constituintes: solventes, aquosa de silicato / camada de base de acrilato. Mínimo pigmentação branca com dióxido de titânio. Enriquecido com silicificação-activa quartzosos enchimento de grãos e calcário sem estrutura • Não tóxico • Baixo impacto ambiental |
| Tinta (solventes petroquímicos) | Emulsão NBT | <ul style="list-style-type: none"> • Constituintes: água, dolomite, argila, polímero vinil-acrílico, celulose, óleo mineral antiespumante, soda cáustica, cloro livre de conservantes • Não tóxico • Baixo impacto ambiental |
| Tinta (solventes petroquímicos) | DriTac 7500 Eco- Uretano | <ul style="list-style-type: none"> • Sem solventes e se VOC's <p>Nota: Para pavimentos de madeira</p> |
| Tinta (solventes petroquímicos) | Pintura exterior em alvenaria | <ul style="list-style-type: none"> • Constituintes: água, silicato de sódio como agente de impermeabilização, talco, calcário, argila, dióxido de titânio, sal de amônio, mica • Não tóxico |

| | | |
|---------------------------------------|--|--|
| | | <ul style="list-style-type: none"> Baixo impacte ambiental |
| Primário (solventes) | Primário Beek N Silano | <ul style="list-style-type: none"> Constituintes: ingredientes dissolvidos em aguarrás, com baixo teor de solventes aromáticos. Também disponível dissolvido em álcool vegetal puro, recuperada a partir de biomassa vegetal fermentada (especialmente açúcar de beterraba). Não tóxico Baixo impacte ambiental <p>Nota: Para superfícies neutras</p> |
| Tinta sintética | Pintura para madeiras | <ul style="list-style-type: none"> Constituintes: água, pigmentos minerais, material de enchimento, éster vinagre, dióxido de titânio, conservantes Não tóxico Baixo impacte ambiental |
| Tinta (solventes petroquímicos) | Primário para madeiras | <ul style="list-style-type: none"> Constituintes: Óleo de linhaça, laranja e os óleos de pinho, solvente hidrocarboneto, cobalto e sais de zinco. Resistente à água e não tóxico Baixo impacte ambiental |
| Tinta (solventes petroquímicos) | Pintura (brilho às madeiras) | <ul style="list-style-type: none"> Constituintes: água, barro, acrílico copolímero de dióxido de titânio, antiespumante de óleo mineral, fungicidas Não tóxico Baixo impacte ambiental |
| Tinta (solventes petroquímicos) | Primário para metais | <ul style="list-style-type: none"> Constituintes: óleo de linhaça, terra e pigmentos minerais, cítricos, óleo de tungue, giz de zinco, glicerina, bálsamo resina, argila, silicato, talco (sem amianto), o álcool vegetal, ácido silícico e < 1% de cálcio coba Não tóxico Baixo impacte ambiental |
| Verniz (poliuretano) | Verniz para pavimentos em madeiras | <ul style="list-style-type: none"> Constituintes: Óleo de linhaça, óleo de tungue mistura, resina, terpenos de laranja, óleo de terebentina balsâmico, ácido silícico, |

Novos produtos para a reabilitação sustentável de edifícios de habitação

Produtos sustentáveis / ecológicos

| | | |
|---|------------------|--|
| | | <p>silicato de alumínio, álcool, cobalto.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Não tóxico • Baixo impacto ambiental |
| Conservante (Creosote, arsênico, sais de cromo, Lindane, óxido de estanho tributilo) | Conservante | <ul style="list-style-type: none"> • Constituintes: boro • Não tóxico • Baixo impacto ambiental • Para madeiras |
| Tinta convencional | Cool wall | <ul style="list-style-type: none"> • Para o exterior • Boa performance térmica |
| Selantes | | |
| Solventes (convencional) | Base de silicato | <ul style="list-style-type: none"> • Constituintes: composto de <i>waterglass</i> enchimento de silicato de potássio, enriquecido com enchimentos de quartzos e calcários. Baixo teor de orgânicos fibras de celulose e de resinas artificiais. • Não tóxico |
| Poliuretano | Fibras de coco | <ul style="list-style-type: none"> • Constituintes: matéria-prima renovável • Baixo impacto ambiental |
| Poliuretano | feltro | <ul style="list-style-type: none"> • Constituintes: matéria-prima renovável • Baixo impacto ambiental |
| Poliuretano | sisal | <ul style="list-style-type: none"> • Constituintes: matéria-prima renovável • Baixo impacto ambiental |
| PVC e poliuretano | Borracha | <ul style="list-style-type: none"> • Menor poluição no seu fabrico • EPDM e EPT têm maior período de vida |

Nota: “Baixo impacto ambiental” caracteriza os produtos que no seu processo de fabrico foi consumido menores quantidades de energia, menos emissões de GEE’s e não é nocivo para o ser humano e a Terra.

Tabela 5.4 - Produto corrente vs proposto para sistemas prediais

| Corrente (material utilizado) | Proposto | |
|----------------------------------|---------------------------|--|
| | Produto | Descrição |
| Rede de água e esgoto | | |
| Rede de abastecimento | Gestão de águas pluviais | <ul style="list-style-type: none"> • Constituintes: Tanques de PEAD (85% reciclado) • Tratamento da água • Reutilização da mesma água |
| Colector | Filtro de colector | <ul style="list-style-type: none"> • Constituintes: aço inoxidável • Produto reciclável |
| Químicos | Esterilizador UV | <ul style="list-style-type: none"> • Constituintes: contém aço inoxidável • Produto reciclável |
| Esquentador (convencional) | Caldeira (água quente) | <ul style="list-style-type: none"> • Menor impacte ambiental • Produto reutilizável <p>Nota: Para aquecimento de água</p> |
| Esquentador (convencional) | Telha solar (água quente) | <ul style="list-style-type: none"> • Menor impacte ambiental • Produto reutilizável <p>Nota: Para aquecimento de água</p> |
| Combustíveis fósseis | Colector (tubo evacuado) | <ul style="list-style-type: none"> • Componentes: aço inoxidável e vidro • Produto reutilizável, e o aço é reciclável |
| Sistema de esgoto (convencional) | Sistema “AQUATRON” | <ul style="list-style-type: none"> • Controlo na descarga • Tratamento da água • Reutilização da mesma água |
| Rede electricidade | | |
| Combustíveis fósseis | Colector solar | <ul style="list-style-type: none"> • Menor impacte ambiental • Componentes recicláveis |
| Combustíveis fósseis | Placas Ardósia PV | <ul style="list-style-type: none"> • Menor impacte ambiental • Produto reciclável |
| Combustíveis fósseis | Modulo PV | <ul style="list-style-type: none"> • Menor impacte ambiental • Produto reutilizável |
| Ventilação | | |
| Mecânica | MVHR | <ul style="list-style-type: none"> • Constituintes: Aço e espuma de polipropileno • Menor impacte ambiental |

| | | |
|-------------------------------|-----------------|--|
| Mecânica | TVM-5000 | <ul style="list-style-type: none"> • Menor impacto ambiental |
| Aquecimento | | |
| Piso radiante (electricidade) | Bomba de calor | <ul style="list-style-type: none"> • Menor impacto ambiental |
| Piso radiante (electricidade) | Radiante Nuheat | <ul style="list-style-type: none"> • Menor consumo e perdas de energia |
| Mecânico | Piso radiante | <ul style="list-style-type: none"> • Constituintes: painéis de fibra de madeira reciclado (<i>Fermacell</i>) integrado com placa de alumínio de difusão • Alumínio reciclável • Menor impacto ambiental |

Nota: “Menor impacto ambiental” caracteriza o produto que possibilita ao utilizador, provocar menores efeitos nocivos pra o meio ambiente, tais como a não utilização de energia primária bem como a matéria-prima virgem, a não emissão de GEE’s e não ajuda o aquecimento global.

Tabela 5.5 - Produto corrente vs proposto para coberturas

| Corrente (material utilizado) | Proposto | |
|------------------------------------|---------------------|--|
| | Produto | Descrição |
| Isolamento | | |
| Isolamento (fontes não renováveis) | Pavaroo Pavatex NBT | <ul style="list-style-type: none"> • Constituintes: Madeira macia reciclada e inerte, e aditivos impermeabilizantes • Isolante térmico e acústico • Produto reutilizável e reciclável |
| Isolamento (fontes não renováveis) | Termex | <ul style="list-style-type: none"> • Constituintes: jornal reciclado com aditivos não tóxicos • Produto reutilizável, como o isolamento ou um condicionador de solo • Menor impacto ambiental |
| Isolamento (fontes não renováveis) | Non-itch | <ul style="list-style-type: none"> • Constituinte: poliéster reciclado • Produto reciclável |
| Isolamento (fontes não renováveis) | Insulspan | <ul style="list-style-type: none"> • Constituintes: Placas OSB e EPS |

| | | |
|---------------------------------------|---------------------------|--|
| renováveis) | | |
| Isolamento (fontes não renováveis) | Placa de fibra de madeira | <ul style="list-style-type: none"> • Constituintes: fibra de madeira (aproveitamento de resíduos) e parafina • Produto reutilizável e reciclável |
| Isolamento (petroquímicos) | Rockwool Loft Blown | <ul style="list-style-type: none"> • Constituintes: rocha ígnea (vulcânica), subprodutos da indústria e do aço • Produto reutilizável <p>Nota: Para <i>lofts</i></p> |
| Isolamento (petroquímicos) | Thermo Hemp | <ul style="list-style-type: none"> • Constituintes: <i>Hemp</i>, fosfato de amónio (retardadores de fogo) e fibras de poliolefina • Produto reutilizável e reciclável • Produto não tóxico • Isolamento térmico e acústico |
| Lã de vidro (c/formaldeído) | Earthwool FactoryClad | <ul style="list-style-type: none"> • Constituintes: casco de vidro reciclado, areia, ligante, sem formaldeído • Produto reutilizável e reciclável |
| Lã de vidro (mat. virgem) | Lã de vidro | <ul style="list-style-type: none"> • Constituintes: lã de vidro mineral com material reciclado • Produto reutilizável • Isolamento térmico e acústico <p>Nota: Para sótãos</p> |
| Isolamento (petroquímicos) | Foamglass WDS T4 | <ul style="list-style-type: none"> • Constituintes: sílica, areia e elementos de produção de vidro reciclado e novo com carbono misturados. • Produto reutilizável <p>Nota: Se em contacto com betão</p> |
| Isolamento (petroquímicos) | Igloo celulose | <ul style="list-style-type: none"> • Constituintes: 85% de fibras de madeira e 15% matéria biodegradável • Produto reciclável • Excelente isolador acústico |
| Isolamento (mat. virgem) | Thermarroof TR 21 | <ul style="list-style-type: none"> • Constituintes: núcleo de uretano, diante de ambos os lados com vidro reforçado de celulose • Menor impacto ambiental |

Novos produtos para a reabilitação sustentável de edifícios de habitação

Produtos sustentáveis / ecológicos

| | | |
|--|-------------------------|---|
| | | <ul style="list-style-type: none"> • Produto reutilizável |
| Impermeabilização | | |
| Membrana (mat. virgem) | Membrana betuminosa | <ul style="list-style-type: none"> • Constituintes: resíduos de papel (reciclado) serraria, betume, reciclado • Produto reutilizável e bom térmicamente |
| Barreira de vapor | Pro clima intllo plus | <ul style="list-style-type: none"> • Constituintes: Membrana: copolímero de polietileno; Fleece e esteiras de reforço: polipropileno • Produto reciclável • Fungicida |
| Isolamento (impermeáveis ao vapor de água) | Pro clima solitex plus | <ul style="list-style-type: none"> • Constituintes: polipropileno Spunbonded • Produto reutilizável • Alta permeabilidade ao vapor de água • Inerte aos químicos e tratamento de madeiras |
| Membrana (mat. virgem) | Enkadrain | <ul style="list-style-type: none"> • Constituintes: Polimeros biológicos • Para drenagem de cobertura ajardinada • Bom isolamento ao som |
| Adesivos | | |
| Solventes químicos | Prof Orcon clima | <ul style="list-style-type: none"> • Constituintes: polímeros acrílicos não envelhecidos, água e álcool desnaturado (15%) como solventes. • Grande período de vida |
| Solventes | Pro clima Tescon nº1 | <ul style="list-style-type: none"> • Constituintes: Acrilato que é livre de solventes ou plastificantes • Grande período de vida |
| Revestimento | | |
| Telha convencional | Telha de barro liso | <ul style="list-style-type: none"> • Constituintes: Argila, areia, pigmentos e aditivos • Produto reciclável |
| Telha convencional | Telha de betão | <ul style="list-style-type: none"> • Constituintes: agregados (12.5%reciclado), cimento, corante • Produto reutilizável |
| Telha (ardósia virgem) | Telha de Ardósia e mica | <ul style="list-style-type: none"> • Constituintes: ardósia e mica • Produto reutilizável e reciclável |

| | | |
|--|-----------------------------|---|
| Telha convencional | Vast Pavens | <ul style="list-style-type: none"> Constituintes: FSC Bambu |
| Telha (ardósia virgem) | Telha de Plástico reciclado | <ul style="list-style-type: none"> Constituintes: aproximadamente 51% de plástico reciclado. Calcário dolomítico 46% e saldo em estabilizador UV e corantes. |
| Telha (ardósia virgem) | Telha de Ardósia reciclada | <ul style="list-style-type: none"> Constituintes: grânulos de ardósia reciclada, resinas, pigmentos e aditivos Produto reutilizável |
| Telha (ardósia virgem) | Telha de cimento | <ul style="list-style-type: none"> Constituintes: Cimento, sílica, fibras, pigmentos e cargas Produto reciclável |
| Telha convencional | Met-Tile | <ul style="list-style-type: none"> Constituintes: aço reciclado Produto reciclável Produto resistente à corrosão e mais reflectante Melhora a performance térmica |
| Emulsões betuminosas (peroquímicos) | Placas de Cobre | <ul style="list-style-type: none"> Constituintes: cobre desoxidado com fósforo CuDHP Longa duração e pouca manutenção Revestimento leve |

Tabela 5.6 - Produto corrente vs proposto para equipamentos

| Corrente (material utilizado) | Proposto | |
|----------------------------------|-----------------|--|
| | Produto | Descrição |
| Portas | | |
| Porta (metal, PVC) | Porta ecoplus | <ul style="list-style-type: none"> Constituintes: FSC madeira, vidro e alumínio Produto reutilizável e reciclável |
| Porta (metal, PVC) | Porta ecopassiv | <ul style="list-style-type: none"> Constituintes: FSC madeira, vidro, alumínio e espuma de poliuretano Produto reutilizável Baixa condutividade térmica |
| Porta (metal, vidro) | Porta ENERSign | <ul style="list-style-type: none"> Constituintes: Madeira, vidro, alumínio, fibra de vidro, espuma Neopor Produto reutilizável |

Novos produtos para a reabilitação sustentável de edifícios de habitação

Produtos sustentáveis / ecológicos

| | | |
|-------------------------------|---------------------------------|--|
| | | <ul style="list-style-type: none"> • Menores valores de condutividade térmica |
| Janelas | | |
| Janela (vidro, metal, PVC) | Janela ecoplus | <ul style="list-style-type: none"> • Constituintes: FSC madeira, vidro e alumínio • Produto reutilizável e reciclável |
| Janela (vidro, metal, PVC) | Janela ecopassiv | <ul style="list-style-type: none"> • Constituintes: FSC Madeira, vidro, alumínio, fibra de vidro, espuma Neopor • Produto reutilizável • Menores valores de condutividade térmica |
| Janela (vidro, metal, PVC) | Janela ENERSign | <ul style="list-style-type: none"> • Constituintes: Laminado de madeira macia, vidro, ligas de zinco, aço <i>stainles</i> • Produto reutilizável, reciclável • Menores valores de condutividade térmica |
| Vidro (pano único) | Rido selado com <i>argon</i> | <ul style="list-style-type: none"> • Constituintes: vidro, gás árgon, revestido a prata • Menor condutividade térmica |
| Adesivo (solventes) | Adesivo | <ul style="list-style-type: none"> • Constituintes: Acrilato que é livre de solventes ou amaciadores • Grande período de vida |
| Sanitários | | |
| Torneira convencional | Torneira eficiente | <ul style="list-style-type: none"> • Regulador de fluxo • Produto reutilizável |
| Chuveiro convencional | Chuveiro eficiente | <ul style="list-style-type: none"> • Regulador de fluxo • Produto reutilizável |
| Sanita convencional | Sanita eficiente | <ul style="list-style-type: none"> • Regulador de descarga • Fácil integração com o sistema de captação de águas pluviais |
| Tubagem (mat. virgem) | Tubagem Geberit | <ul style="list-style-type: none"> • Constituintes: PEAD • Produto reciclável |
| Tubagem (mat. virgem) | Tubagem Europipe | <ul style="list-style-type: none"> • Constituintes: Aço inoxidável • Produto reutilizável e reciclável |
| Iluminação | | |
| Artificial | Tubo de dom | <ul style="list-style-type: none"> • Constituintes: alumínio, policarbonato e náilon • Produto reciclável |

| | | |
|------------------------|----------------------------|---|
| Casquilhos | Casquilho de baixa energia | <ul style="list-style-type: none">• Menor impacte ambiental |
| Lampadas convencionais | Illum SY MK1 | <ul style="list-style-type: none">• Constituintes: tecnologia LED• Menores consumos de energia |

5.2.6. Verificação da sustentabilidade dos produtos em sistemas construtivos

Para uma verificação da real sustentabilidade dos produtos referidos, é efectuado um estudo de análise aos sistemas construtivos mais utilizados no sector da construção, utilizando para a sua realização o MARSC-SC.

Assim foram aproveitados, para esta comparação, dados bibliográficos e calculados em [57] sobre diversas soluções construtivas de lajes e paredes que possam compor um edifício de habitação.

No caso das lajes é escolhido dois tipos de lajes de referência, e além da comparação entre si, é feita uma comparação de outras soluções mantendo o mesmo tipo de laje, modificando somente no tipo de revestimento e isolamento.

Para as lajes de referência, é seleccionado a aligeiradas de vigotas pré-esforçadas e blocos cerâmicos de cofragem sem isolamento e a de estrutura descontínua em madeira sem isolante. As soluções construtivas destas mesmas lajes encontram-se em anexo II nas páginas 133 e 134 respectivamente, onde se visualiza, em corte, os produtos que foram utilizados para a sua composição.

Depois para cada tipo de laje de referência é adicionado isolante e tecto falso e noutra situação para além do tecto falso com isolante, é adicionado também, na parte superior da laje, é acrescentado um pavimento de piso flutuante com sistema de isolamento (anexo II página 135 e 136). Deste modo pode ser vista uma simulação de reabilitação de onde após reparação da laje existente é efectuada uma melhoria nos parâmetros funcionais (térmicos e acústicos), como se pode verificar no perfil 2 e 3 ou no 5 e 6.

Na tabela 5.7 é feita uma descrição dos produtos que compõem as soluções adoptadas para as lajes e os produtos que estão a verde, são produtos considerados “verdes”, originando então uma solução sustentável para o edificado. Alguns destes produtos “verdes” estão

referenciados nas tabelas dos produtos propostos para a substituição do produto corrente, no ponto 5.2.5 da presente dissertação.

Tabela 5.7 - Descrição dos produtos que compoem as soluções construtivas das lajes escolhidas

| Solução construtiva | Descrição |
|---------------------|--|
| Laje 1 | Laje aligeirada sem isolamento |
| | Bloco cerâmico |
| | Vigota pré-esforçada |
| | Armadura de distribuição |
| | Camada de compressão |
| Laje 2 | Laje aligeirada com tecto falso e isolamento no tardoz |
| | Os mesmos componentes da laje 1 |
| | Painel de gesso cartonado |
| | Isolamento de lã de rocha |
| Laje 3 | Laje aligeirada com tecto falso, isolamento e lajeta flutuante |
| | Os mesmo componentes da laje 2, |
| | Isolante de aglomerado de cortiça |
| | Pavimento de lajeta flutuante |
| Laje 4 | Laje de estrutura de madeira sem isolamento |
| | Viga de madeira |
| | Pavimento de madeira |
| | Painel de gesso cartonado |
| Laje 5 | Laje de estrutura de madeira com tecto falso e isolamento |
| | Os mesmos componentes da laje 4 |
| | 2 x Painel de gesso cartonado |
| | Isolamento de lã mineral |
| Laje 6 | Laje de estrutura de madeira, isolamento e piso flutuante |
| | Os mesmos componentes da laje 4 |
| | Isolamento de lã mineral |
| | Revestimento estrutural |
| | Espuma de polietileno |
| | Piso flutuante de madeira |

Para a elaboração de um perfil sustentável da solução construtiva em estudo, é necessária a definição de parâmetros em cada indicador deste método (ver página 65). Como se referiu anteriormente a utilização dos dados fornecidos da fonte bibliográfica, opta-se os mesmos

parâmetros que foram empregados, e utilizou-se trivialmente os mesmos resultados para cada solução em cada parâmetro respectivo.

Tabela 5.8 - Parâmetros usados de cada indicador e respectivos pesos[57]

| Indicador (x) | Parâmetro (i) | Peso do parâmetro (P _i) | Peso do indicador (P _x) |
|----------------|--|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Ambiental | PEC | 0,75 | 0,3 |
| | PAG | 0,25 | |
| Funcionalidade | Isolamento térmico (U _{med}) | 0,33 | 0,5 |
| | Isolamento a sons aéreos (D _{n,w}) | 0,33 | |
| | Isolamento a sons percussão (L' _{n,w}) | 0,33 | |
| Economia | Custo de Construção (CC) | 1 | 0,2 |

Tabela 5.9 - Resultados obtidos na quantificação dos parâmetros para as lajes[57]

| Solução construtiva (n) | Massa (kg/m ²) | PEC (kWh/m ²) | PAG (kgeqCO ₂ /m ²) | D _{n,w} (dB) | L' _{n,w} (dB) | U _{med} (W*m ² .°C) | CC (€/m ²) |
|-------------------------|----------------------------|---------------------------|--|-----------------------|------------------------|---|------------------------|
| Laje 1 | 431,90 | 185,07 | 63,66 | 55,00 | 75,00 | 2,20 | 35,45 |
| Laje 2 | 446,90 | 217,36 | 70,68 | 56,00 | 74,00 | 0,79 | 54,45 |
| Laje 3 | 482,60 | 258,74 | 81,44 | 57,00 | 55,00 | 0,43 | 68,00 |
| Laje 4 | 31,36 | 32,33 | 5,31 | 38,00 | 83,00 | 1,90 | 140,00 |
| Laje 5 | 54,61 | 101,25 | 21,21 | 63,00 | 56,00 | 0,39 | 172,40 |
| Laje 6 | 42,27 | 92,33 | 15,33 | 54,00 | 58,00 | 0,37 | 172,45 |

Para a realização de gráficos mais representativos, para fins comparativos, dos perfis sustentáveis de cada solução construção, recorre-se a uma normalização de parâmetros, evitando-se assim os efeitos de escala na agregação dos parâmetros. Esta normalização utiliza a fórmula de Diaz-Balteiro:

$$R_{i,n} = \frac{R_{i,n}(\text{respectivo}) - R_{i,n}(\text{pior})}{R_{i,n}(\text{melhor}) - R_{i,n}(\text{pior})}$$

Exemplo para a Laje 1: $R_{PEC,1} = \frac{185,07 - 258,74}{32,33 - 258,74} = 0,33$

Tabela 5.10 - Normalização dos parâmetros, lajes

| Solução construtiva (n) | PEC | PAG | D _{n,w} | L' _{n,w} | U _{med} | CC |
|-------------------------|------|------|------------------|-------------------|------------------|------|
| Laje 1 | 0,33 | 0,24 | 0,32 | 0,29 | 0,00 | 1,00 |
| Laje 2 | 0,18 | 0,14 | 0,28 | 0,32 | 0,77 | 0,86 |
| Laje 3 | 0,00 | 0,00 | 0,24 | 1,00 | 0,97 | 0,76 |
| Laje 4 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,00 | 0,16 | 0,24 |
| Laje 5 | 0,70 | 0,79 | 0,00 | 0,96 | 0,99 | 0,00 |
| Laje 6 | 0,73 | 0,87 | 0,36 | 0,89 | 1,00 | 0,00 |

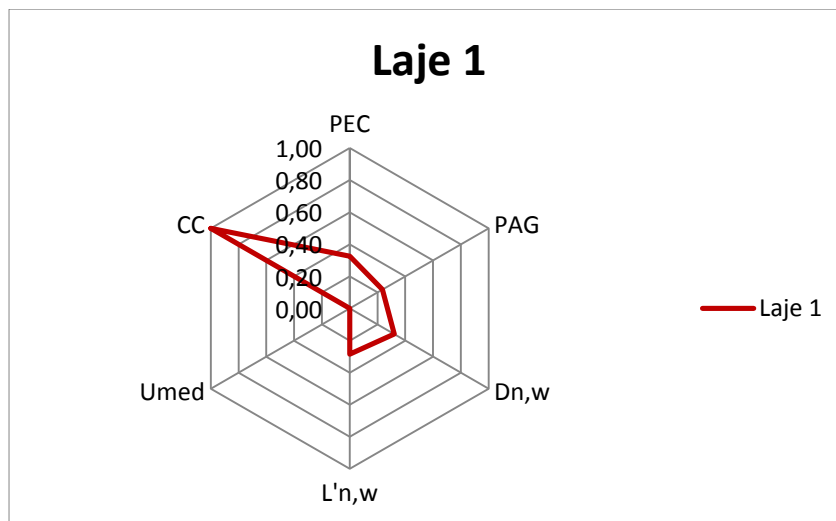


Gráfico 5.1 - Perfil sustentável da laje 1, laje de referência

A laje 1 é a solução de menor custo de construção, mas a pior em termos de condutividade térmica.

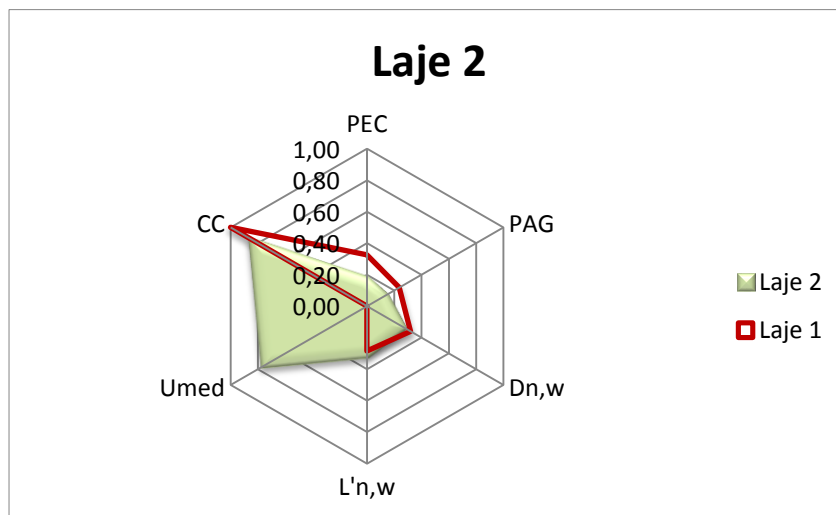


Gráfico 5.2 - Perfil sustentável da laje 2

A laje 2 tem uma melhoria substancial na sua resistência térmica, em relação com a laje 1.

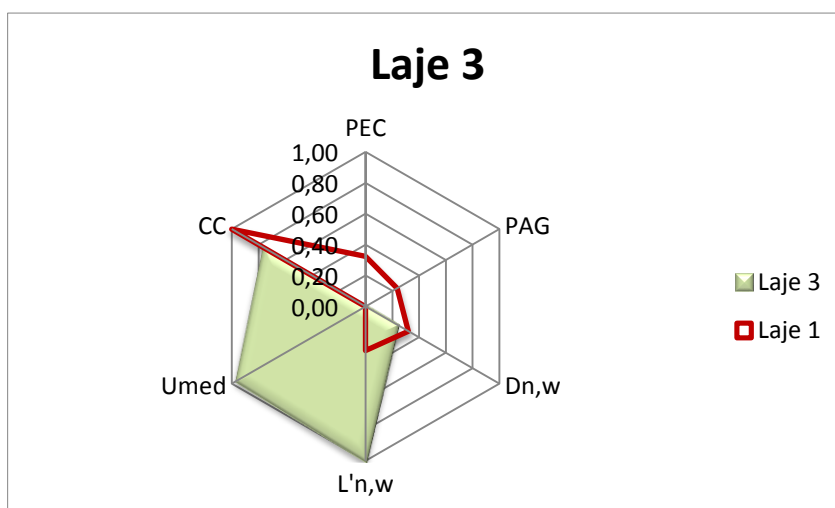


Gráfico 5.3 - Perfil sustentável da laje 3

Em relação à laje 1, a laje 3 para além da melhoria na sua resistência térmica, o seu isolamento aos sons de percussão é substancialmente maior, sendo neste parâmetro a melhor em estudo.

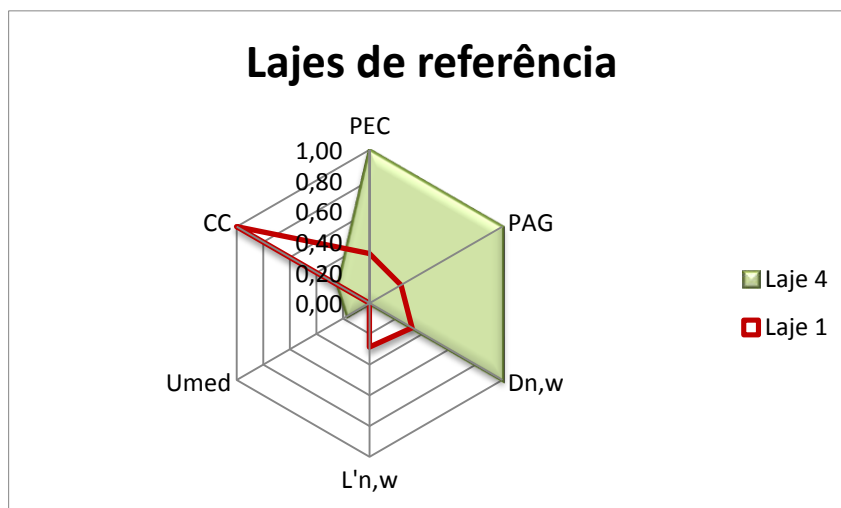


Gráfico 5.4 - Perfil sustentável das duas lajes de referência

Comparando as lajes de referência 1 e 4, é notório a discrepância de custos, onde a laje 1 é bem mais barata, no entanto, à excepção da resistividade aos sons de percussão, todos os restantes parâmetros têm melhores valores, na laje 4 principalmente no PEC, PAG e na resistência aos sons aéreos.

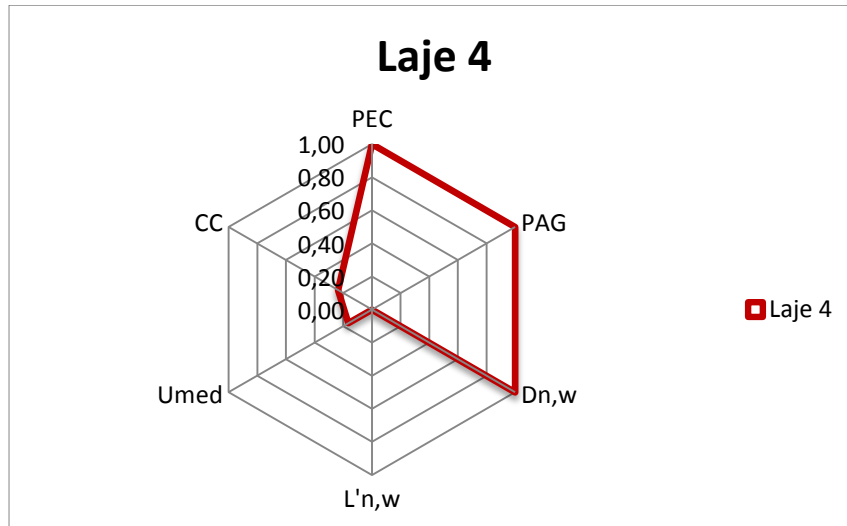


Gráfico 5.5 - Perfil sustentável da laje 4, laje de referência

A laje 4 é a pior solução construtiva, dentro das soluções apresentadas em estudo, em termos de resistência aos sons de percussão.

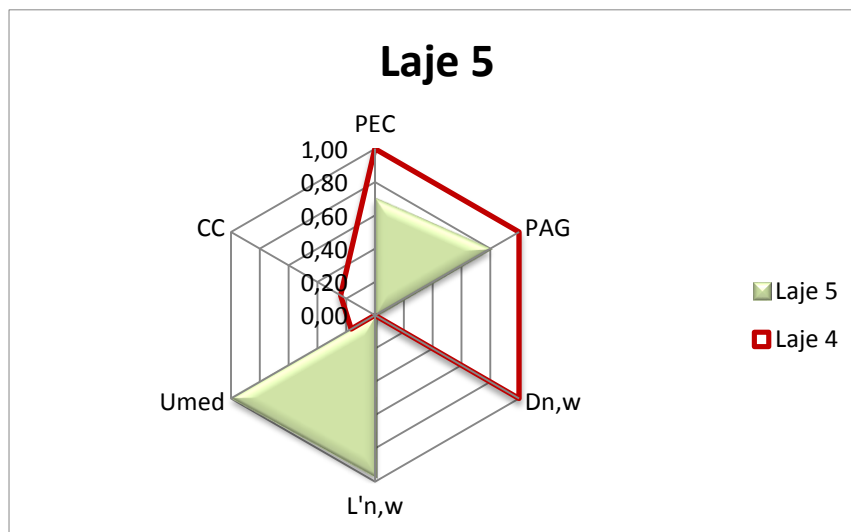


Gráfico 5.6 - Perfil sustentável da laje 5

A laje 5, comparando com a laje de referência, melhora a sua resistividade térmica e aos sons de percussão.

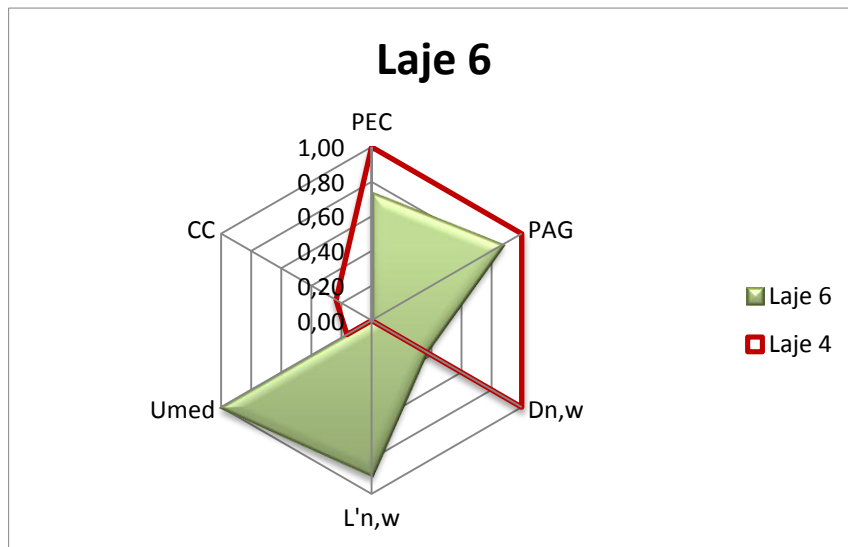


Gráfico 5.7 - Perfil sustentável da laje 6

A laje 6 é semelhante à laje 5, mas a sua resistência aos sons aéreos é mais alta, e a sua condutividade térmica é a melhor das soluções construtivas em estudo.

Para uma melhor interpretação de cada sistema de construção em relação a cada indicador, deste método MARSC- SC, é realizado um valor de desempenho (I_x), agregando os parâmetros respectivos, ao nível de cada dimensão (indicador) da sustentabilidade.

Desempenho Ambiental: $I_A = \sum(P_{A,i} * R_{i,n})$

Desempenho Funcional: $I_F = \sum(P_{F,i} * R_{i,n})$

Desempenho Económico: $I_C = \sum(P_{C,i} * R_{i,n})$

Depois de avaliado cada indicador, é calculado um valor representativo do desempenho global em termos sustentáveis, da solução construtiva e este valor dá-se pelo nome de Nota Sustentável.

Nota Sustentável: $NS = \sum(P_{I,x} * I_x)$

Tabela 5.11 - Resultados do desempenho ambiental, funcional, económico e da Nota Sustentável para cada laje em estudo

| Sistema de construção (n) | Desempenho | | | NS |
|---------------------------|------------|-----------|-----------|-------------|
| | Ambiental | Funcional | Económico | |
| Laje 1 | 0,30 | 0,20 | 1,00 | 0,39 |
| Laje 2 | 0,17 | 0,45 | 0,86 | 0,45 |
| Laje 3 | 0,00 | 0,73 | 0,76 | 0,52 |
| Laje 4 | 1,00 | 0,38 | 0,24 | 0,54 |
| Laje 5 | 0,72 | 0,64 | 0,00 | 0,54 |
| Laje 6 | 0,77 | 0,74 | 0,00 | 0,60 |

Desta tabela 5.11, retira-se a informação de que a laje 4 obtém o melhor desempenho ambiental, para os indicadores e parâmetros definidos à partida. A laje 6 é a solução que detém o melhor desempenho funcional e a laje 1 a mais económica. A solução construtiva com melhor nota sustentável é a laje 6, apesar de ser a mais cara, o seu desempenho ambiental e funcional compensam na hora da decisão entre os sistemas a adoptar.

No que diz respeito às paredes, como foi anteriormente referido, está-se condicionado com os dados fornecidos da fonte bibliográfica, sendo então somente possível definir vários tipos de solução de parede de diferentes tipos de alvenaria e restantes componentes (ver anexos II página 137 e 138) e realizar uma comparação entre si. Neste caso, a simulação de reabilitação de paredes acontece quando o tipo de intervenção é grande, onde a demolição da mesma é grande ou até mesmo na sua totalidade.

Tabela 5.12 - Descrição dos produtos que compoem as soluções construtivas das paredes escolhidas

| Solução construtiva | Descrição |
|---------------------|---|
| Parede 1 | Pano duplo de alvenaria de tijolo |
| | Reboco tradicional |
| | Tijolo 15 e 11 |
| | Isolamento XPS |
| Parede 2 | Pano duplo de alvenaria de tijolo e blocos de pedra |
| | Pedra |
| | Isolamento de XPS |
| | Tijolo |
| | Reboco tradicional |

| | |
|----------|---|
| Parede 3 | Pano simples de alvenaria de bloco de pedra |
| | Pedra |
| | Isolamento EPS |
| | Reboco de ligantes minerais armado |
| Parede 4 | Estrutura LSF |
| | Reboco de ligantes minerais armado |
| | Isolamento EPS |
| | 2 x Pannel de gesso cartonado |
| | Placa OSB |
| | Manta Lã mineral |
| Parede 5 | Fachada ventilada e alvenaria de tijolo |
| | Tijolo |
| | Isolamento XPS |
| | Reboco tradicional |
| | Aglomerado de madeira/cimento |
| Parede 6 | Fachada ventilada e alvenaria de adobe |
| | Bloco de adobe |
| | Manta de lã mineral |
| | Aglomerado de madeira/cimento |
| | Gesso cartonado |

Tabela 5.13 - Parametros usados de cada indicador e respectivos pesos

| Indicador (x) | Parâmetro (i) | Peso do parâmetro (P _i) | Peso do indicador (P _x) |
|----------------|--|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Ambiental | PEC | 0,75 | 0,3 |
| | PAG | 0,25 | |
| Funcionalidade | Isolamento térmico (U _{med}) | 0,33 | 0,5 |
| | Isolamento a sons aéreos (D _{n,w}) | 0,33 | |
| | Espessura da Parede (EP) | 0,33 | |
| Economia | Custo de Construção (CC) | 1 | 0,2 |

Tabela 5.14 - Resultados obtidos da quantificação dos parâmetros das paredes[57]

| Solução construtiva (n) | Massa (kg/m ²) | PEC (kWh/m ²) | PAG (kgeqCO ₂ /m ²) | D _{n,w} (dB) | EP (m) | U _{med} (W*m ² .°C) | CC (€/m ²) |
|-------------------------|----------------------------|---------------------------|--|-----------------------|--------|---|------------------------|
| Parede 1 | 303,70 | 289,79 | 48,78 | 48,00 | 0,37 | 0,58 | 46,68 |
| Parede 2 | 919,50 | 126,90 | 40,59 | 56,00 | 0,50 | 0,56 | 125,92 |
| Parede 3 | 563,50 | 79,01 | 18,10 | 55,00 | 0,28 | 0,57 | 171,75 |
| Parede 4 | 99,50 | 302,44 | 97,87 | 51,00 | 0,23 | 0,56 | 133,40 |
| Parede 5 | 234,57 | 166,28 | 60,07 | 47,00 | 0,34 | 0,54 | 76,72 |
| Parede 6 | 373,52 | 92,20 | 30,83 | 50,00 | 0,32 | 0,51 | 68,55 |

Tabela 5.15 - Normalização dos parâmetros, paredes

| Solução construtiva (n) | PEC | PAG | D _{n,w} | EP | U | CC |
|-------------------------|------|------|------------------|------|------|------|
| Parede 1 | 0,06 | 0,62 | 0,89 | 0,48 | 0,00 | 1,00 |
| Parede 2 | 0,79 | 0,72 | 0,00 | 0,00 | 0,29 | 0,37 |
| Parede 3 | 1,00 | 1,00 | 0,11 | 0,81 | 0,14 | 0,00 |
| Parede 4 | 0,00 | 0,00 | 0,56 | 1,00 | 0,29 | 0,31 |
| Parede 5 | 0,61 | 0,47 | 1,00 | 0,59 | 0,57 | 0,76 |
| Parede 6 | 0,94 | 0,84 | 0,67 | 0,67 | 1,00 | 0,83 |

Para uma melhor percepção de comparação entre as diversas soluções construtivas, é escolhida uma parede de pano duplo com isolamento e reboco tradicionais como referência (ver anexo II página 135).

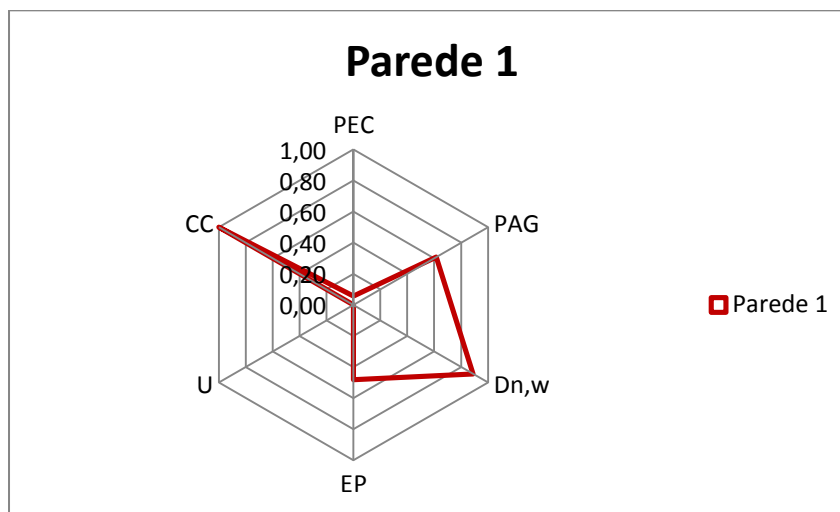


Gráfico 5.8 - Perfil sustentável da parede 1, parede de referência

A parede 1, em comparação com as restantes soluções, é a que tem pior índice de resistência térmica e é uma das que mais consome energia primária e é a mais económica.

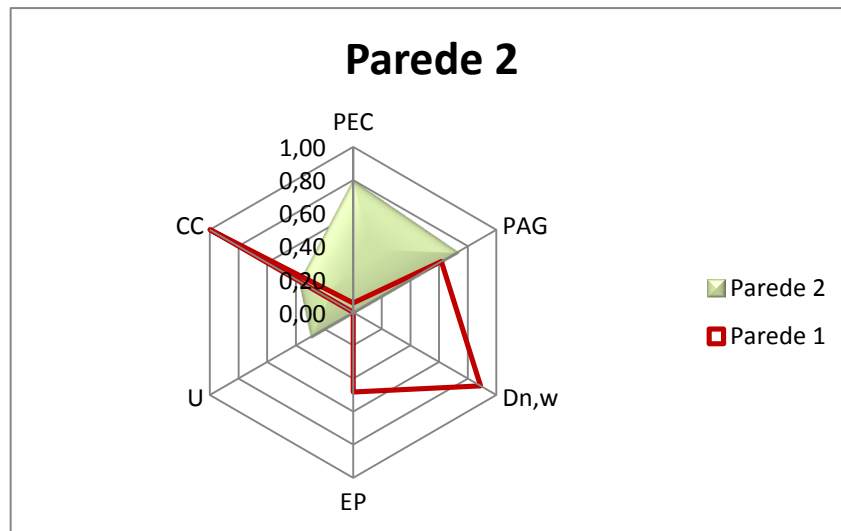


Gráfico 5.9 - Perfil sustentável da parede 2

A parede 2 é a que tem menor resistividade ao ruído, mas em termos ambientais é muito melhor do que a laje de referência. Esta solução é a que mais ocupa espaço habitacional, pois apresenta o maior valor de espessura de parede.

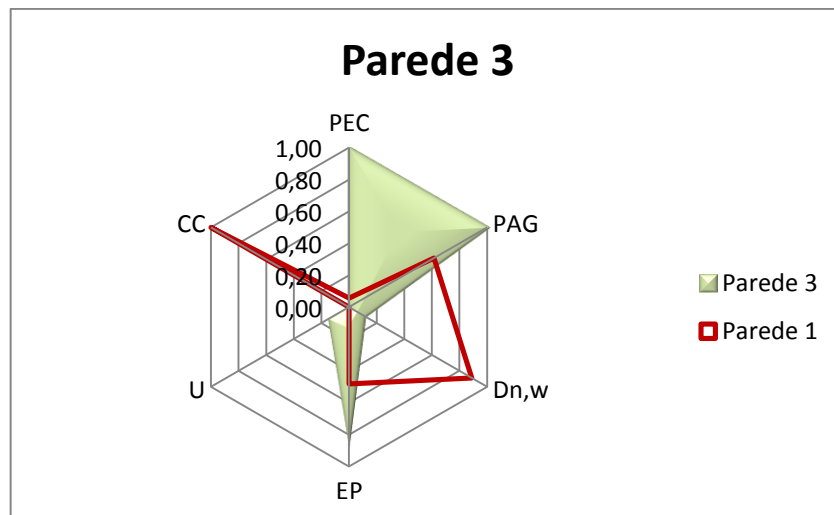


Gráfico 5.10 - Perfil sustentável da parede 3

A parede 3 é a solução mais cara em estudo, tem bons índices de desempenho ambiental é a solução com pior resistência ao ruído e fraco valor em termos de condutividade térmica.

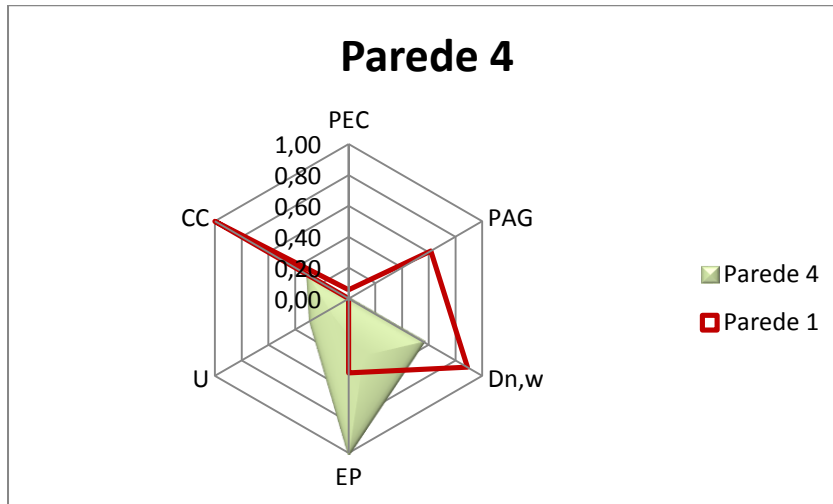


Gráfico 5.11 - Perfil sustentável da parede 4

A parede 4 tem as piores características ambientais das soluções em estudo, e tem melhor resistência térmica e ocupa menos espaço do que a parede de referência.

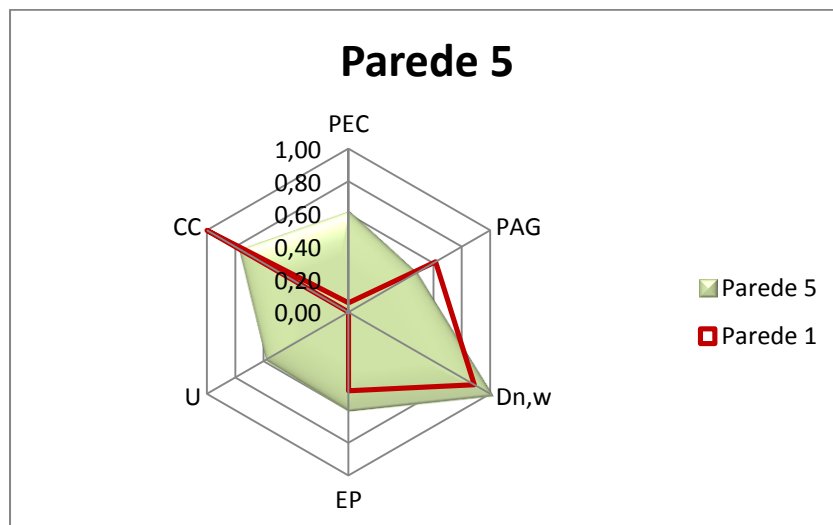


Gráfico 5.12 - Perfil sustentável da parede 5

A parede 5 é a melhor solução à resistência ao ruído e comparativamente com a parede 1, tem melhores prestações no que concerne ao isolamento térmico e no PEC e ao mesmo tempo o seu CC não é muito diferente da solução de referência.

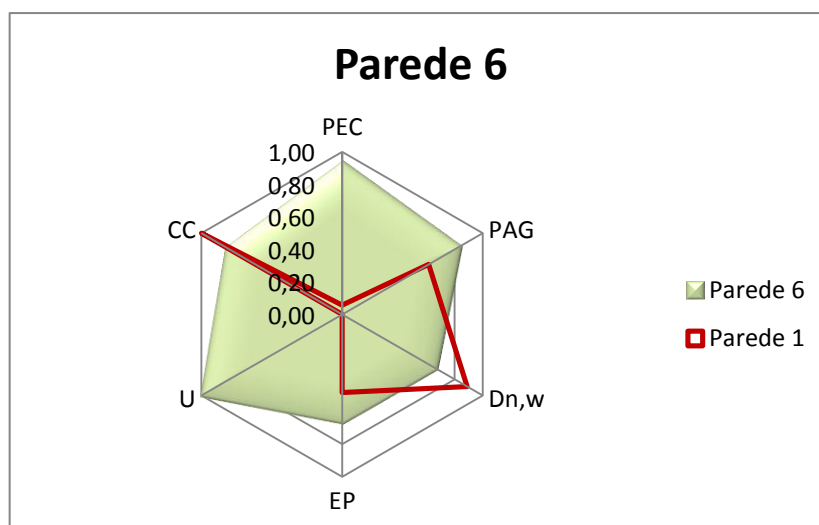


Gráfico 5.13 - Perfil sustentável da parede 6

A parede 6, pela área que ocupa no gráfico é inevitavelmente a melhor solução construtiva apresentada, sendo a que tem melhor comportamento térmico e os restantes parâmetros, à excepção do isolamento aos sons aéreos e no seu custo de construção, são melhores que a parede 1.

Tabela 5.16 - Resultados do desempenho ambiental, funcional, económico e da Nota sustentável para cada parede

| Sistema de construção (n) | Desempenho | | | NS |
|---------------------------|------------|-----------|-----------|-------------|
| | Ambiental | Funcional | Económico | |
| Parede 1 | 0,20 | 0,45 | 1,00 | 0,49 |
| Parede 2 | 0,77 | 0,09 | 0,37 | 0,35 |
| Parede 3 | 1,00 | 0,35 | 0,00 | 0,48 |
| Parede 4 | 0,00 | 0,61 | 0,31 | 0,37 |
| Parede 5 | 0,58 | 0,71 | 0,76 | 0,68 |
| Parede 6 | 0,92 | 0,77 | 0,83 | 0,82 |

A tabela 5.16 apresenta e comprova o que foi referido, porque no que diz respeito à parede 6, esta é a melhor solução construtiva devido à sua nota sustentável ser a mais alta, bem como, esta solução é a que respeita melhor as exigências funcionais. A solução que tem melhor desempenho ambiental é a parede 3, e quanto ao desempenho económico é a parede 1. De referir que a solução mais sustentável é a segunda mais económica, o que demonstra que as soluções “verdes” não são necessariamente mais caras.

5.3.Sustentabilidade na fase de projecto

Para uma melhor percepção da relação da importância do conhecimento sobre quais os produtos sustentáveis com a reabilitação de edifícios, é sugerido um tipo de checklist para umas das actividades do projecto de uma reabilitação sustentável. Assim através da checklist são relacionadas as principais anomalias do parque edificado existente, correspondendo com soluções eficazes através da escolha dos produtos sustentáveis para a reabilitação, tornando-a por sua vez sustentável.

Esta checklist consiste numa sistematização e organização da informação disponível sobre a reabilitação de edifícios de habitação estabelecendo ligações entre os elementos construtivos, as anomalias, as causas dessas mesmas anomalias e as soluções de intervenção onde se encontram os produtos sustentáveis.

Assim a metodologia assenta num processo de identificação do elemento a ser sujeito a intervenção, bem como da sua causa correspondente, passando e escolhendo a solução mais sustentável para o tipo de obra a realizar. As anomalias e causas não são definidas nesta metodologia, mas sim na fase de inspecção de uma reabilitação, onde se realizaram testes e ensaios para a sua determinação. Só com esta informação é que o projectista pode nesta checklist identificar qual a solução, da forma mais sustentável, desejada.

5.3.1.Metodologia para a criação de uma checklist para projecto de reabilitação sustentável

Para criar uma estrutura mais simples e eficaz no reconhecimento do elemento onde se encontra a anomalia e respectiva causa, identificadas na fase de inspecção, foram elaborados dois quadros, um para o reconhecimento do elemento e outro com a anomalia e causa. Estes estão nomeados através códigos para uma rápida interligação com a solução escolhida num outro quadro, que também será identificada com um código.

Os códigos são do tipo alfanumérico em que a primeira letra identifica o que está em causa de seguido de um número que corresponde à ordem estabelecida na lista. Os sub-parâmetros são correspondidos através de sub-pontos. O código da solução identifica o elemento, a anomalia, a causa e por fim a solução escolhida. Assim fica estabelecida a letra (e) para os elementos construtivos constituintes de um edifício, a letra (a) corresponde à anomalia e a letra (c) para a

causa. [74] O critério utilizado para a separação dos elementos é o mesmo que se estabeleceu no ponto anterior (ver página 71).

Tabela 5.17 - Checklist de reabilitação de edifícios, elementos constituintes [74]

| Elementos constituintes de um edifício | | | |
|--|--------------------------------|--|-------------|
| Elemento | Tipo | Constituição | Código (CE) |
| Fundações | Parede Alvenaria | Betão armado, membrana betuminosa e reboco cimentício | E.1.1.1.1 |
| | | Pano duplo com betão armado e alvenaria de tijolo, membrana betuminosa e reboco cimentício | E.1.1.1.2 |

Nesta próxima tabela cruzam-se os dados existentes sobre as anomalias e as causas das mesmas com o conhecimento do comportamento dos materiais, produtos e elementos construtivos, estabelecendo então as principais causas que conduzem ao aparecimento das anomalias.

Tabela 5.18 - Checklist de reabilitação de edifícios, anomalias e possíveis causas [74]

| Anomalias e possíveis causas | | | |
|------------------------------------|-------------|-----------------|-------------|
| Anomalia | Código (CA) | Causa | Código (CC) |
| Despreendimento do material | A.1 | Humidade | |
| | | Capilaridade | |
| | | Águas pluviais | A.1.C.1.1.1 |
| | | Águas freáticas | A.1.C.1.1.2 |
| | | Precipitação | |
| | | Águas pluviais | A.1.C.1.2.1 |

A solução a escolher depende do objectivo da reabilitação. Entretanto este objectivo depende de vários factores, como o dono de obra, o custo e também do tipo de resolução da anomalia-causa encontrada. Como uma checklist não pode previamente determinar o tipo de dono de obra, então estabelece-se uma de solução que vai de encontro com o tipo de intervenção e preferência pelos produtos a utilizar na reabilitação do edificado. [74]

Desta forma é criado três níveis relativos ao género de intervenção que o dono de obra deseja consoante também os encargos financeiros que a mesma acarreta[74]:

- Tipo 1 – são intervenções ligeiras que consistem em soluções de ocultação da anomalia, aplicáveis somente nos casos em que a segurança e resistência do elemento em reparação não esteja em causa.
- Tipo 2 – são intervenções médias que implicam que as soluções tenham ou não de incluir reforço e não obriguem a demolição de mais de 50% do elemento em reparação, ou pretendendo que o mesmo tenha um nível de qualidade inicial.
- Tipo 3 – são intervenções profundas que visam a demolição de mais de 50% do elemento em reparação ou ambicionando que o mesmo obtenha um nível de qualidade muito superior ao inicial.

A escolha do tipo de solução, para além do referido, depende também da regulamentação específica em vigor, no caso de esta existir.

Depois de se estabelecer qual o tipo de intervenção a realizar, o projectista pode então optar quais os produtos sustentáveis que pretende utilizar. Assim é preenchido na tabela uma escolha por preferência (semelhante ao EPM), onde esta ordem não está de acordo com “maior” sustentabilidade para a obra, pois cada obra é um caso e assim não é tido consideração, ficando a ordem de preferência como um modo demonstrativo da existência de mais que uma escolha para a solução.

Tabela 5.19 - Checklist de reabilitação de edifícios, produtos sustentáveis a utilizar (adaptado de [74])

| Produtos sustentáveis a utilizar na solução de reabilitação | | | | | | | | | |
|---|-----|-------------|---------------------|-----|-------------|-----|-----------------------------|--|-------------------|
| CE | CA | CC | Tipo de Intervenção | | | | | | Código (CS) |
| | | | 1 | | 2 | | 3 | | |
| | | | Preferência | | Preferência | | Preferência | | |
| | | | I | II | I | II | I | II | |
| E.1.1.1.1 | A.1 | A.1.C.1.1.2 | Eco-ciment | ... | Eco-ciment | ... | Oldroyd XV Eco-ciment | Membrana PE reciclado Eco-ciment | E.1.1.A.1.C.1.S.1 |

Nota: De referir que a sustentabilidade pode estar limitada consoante a pretensão do dono de obra em relação aos custos, bem como o seu conhecimento sobre os produtos.

5.4. Produtos sustentáveis para a reabilitação

A reabilitação de um edifício pode nem sempre implicar a reparação de anomalias existentes, sendo esses casos, onde o dono de obra, por exemplo, simplesmente pretende a alteração do espaço para mais/menos divisões.

Com isto, é elaborada de seguida, uma lista com os produtos sustentáveis seleccionados para cada elemento constituinte num edifício de habitação (ver tabela 5.20), sendo o critério da divisão do edifício por elementos é o mesmo usado nos pontos anteriores. Esta lista fornecerá ao projectista e também ao gestor de obra, um conjunto de produtos que estes possam desejar ao longo de um projecto ou de uma obra caso ocorra problemas, como por exemplo, com os fornecedores. Mantendo para estes, nas suas decisões pelos produtos a utilizar na obra a reabilitar, o caminho da sua sustentabilidade ao longo do ciclo de vida do edifício de habitação.

Esta lista não tem qualquer limitação quantitativa ou qualitativa (em nota sustentável), sendo então elaborada com os mesmos produtos que se conseguiu descobrir, e os quais ficaram demonstrados a sustentabilidade dos mesmos, no ponto 5.2.5 da presente dissertação.

Tabela 5.20 - Lista de produtos sustentáveis para diversos elementos de um edifício

| Elemento Principal | Elemento secundário | Produto |
|--------------------|---------------------|-------------------------------------|
| Fundações | Laje | Alvenaria |
| | | Blocos de Betão Celular Autoclavado |
| | | Impermeabilização |
| | | Membrana c/ PE reciclado |
| | | Isolamento |
| | | Foamglass |
| | Parede | Alvenaria |
| | | Blocos de Betão Celular Autoclavado |
| | | Impermeabilização |
| | | Oldroyd XV e Xs |
| | | Membrana c/ PE reciclado |
| Estrutura | Esqueleto | Pilar e viga |
| | | Aço leve (LSF) |
| | | Madeira Macia |
| | | Madeira |

Novos produtos para a reabilitação sustentável de edifícios de habitação

Produtos sustentáveis / ecológicos

| | | |
|-------------------------|-----------------|--|
| | Laje | Preenchimento |
| | | Blocos de Betão Celular Autoclavado |
| | | <i>Limecrete</i> |
| | | Placa de poliuretano reciclado |
| | Varanda | Isolamento |
| | | Barreira pára vapor reciclável |
| Compartimentação | Pavimento | Isolamento |
| | | Fibra de madeira pra piso radiante |
| | | Revestimento |
| | | Piso envidraçado elevado com isolamento |
| | | Bambú |
| | | Cortiça Globus |
| | | Tire Tiles |
| | | Acabamento |
| | | DriTac 7500 Eco-Uretano |
| | | Volvox Floor Laca |
| | | Conservante de boro (madeiras) |
| | Parede Exterior | Alvenaria |
| | | Placas OSB |
| | | Enchimento bio-composto |
| | | Insulspan SIP |
| | | Adobe |
| | | Placa de gesso cartonado |
| | | Blocos de Betão Celular Autoclavado |
| | | Kalwall |
| | | Envidraçados IPlus |
| | | Placas MDF Medite Ecológique |
| | | Thermoplan |
| | | Smartply OSB ₃ |
| | | Isolamento |
| | | Isofloc |
| | | Laminado de rocha ígnea |
| | | Termex (para madeiras) |
| | | ThermoHemp |
| | | Isover CWS |
| | | Painel de fibra de madeira (fachadas ventiladas) |
| | | Earthwool DriTherm |
| | | Isovlas |
| | | Fibra de madeira |

| | | |
|--|-----------------|--|
| | | BioBased |
| | | HolzFlex40 |
| | | Igloo celulose |
| | | Borracha (tubagem) |
| | | Revestimento |
| | | Argamassa de cal hidráulica |
| | | Eco-cement |
| | | Betonilha de vidro e areia |
| | | Placa de barro |
| | | Placas de gesso |
| | | EcoRock |
| | | Bradtone Enviromansory |
| | | EcoClad |
| | | Acabamento fachada exterior |
| | | Pintura de barro |
| | | Pintura com base caseína |
| | | Pintura de Casca de ovo |
| | | Primário de silicato |
| | | Pintura exterior em alvenaria |
| | | Primário Beek N Silano |
| | | Pintura com pigmentos naturais para madeiras |
| | | Primário para metais |
| | | Cool wall |
| | | Componentes |
| | | Espaçador TeploTie |
| | | Lintel GRP |
| | | Esteiras de cana |
| | | Calyboard |
| | | Selantes |
| | | Base de silicato |
| | | Fibras de coco |
| | | Feltro |
| | | Sisal |
| | | Borracha |
| | Parede Interior | Alvenaria |
| | | Placa de gesso cartonado |
| | | Revestimento |
| | | Argamassa de cal hidráulica |

| | | |
|--------------------------|----------------|--|
| | | FSC madeira de carvalho |
| | | Eco-cement |
| | | Betonilha de vidro e areia |
| | | Bambú |
| | | Placas de gesso |
| | | EcoRock |
| | | Acabamento fachada interior |
| | | Pintura de barro |
| | | Pintura com base caseína |
| | | Pintura de Casca de ovo |
| | | Emulsão NBT |
| | | Primário de óleo de linhaça para madeiras |
| | | Pintura para conferir brilho à madeira |
| | | Primário de silicato para superfícies de gesso |
| | | Conservante de boro (madeiras) |
| | | Selantes |
| | | Base de silicato |
| | | Fibras de coco |
| | | Feltro |
| | | Sisal |
| | | Borracha |
| | Tecto | Falso |
| | | Placas de papel reciclado |
| | | Laje |
| | | BioLine |
| Sistemas prediais | Redes de água | Pluviais |
| | | Colector (tubo evacuado) |
| | | Gestão de águas pluviais |
| | | Filtro de colector |
| | | Esterilizador UV |
| | | Residuais |
| | | Sistema AQUATRON |
| | | Caldeira para fornecimento de água quente |
| | | Telha solar para fornecimento de água quente |
| | Rede eléctrica | Abastecimento |
| | | Colector solar |
| | | Placas Ardósia PV |
| | | Módulo PV |

| | | |
|------------------|-------------|---------------------------|
| | Ventilação | Natural |
| | | MVHR |
| | | TVM-5000 |
| | Aquecimento | Pavimento |
| | | Bomba de calor |
| | | Radiante Nuheat |
| | | Idea Eco |
| Cobertura | Plana | Revestimento |
| | | Placas de cobre |
| | | Impermeabilização |
| | | Membrana betuminosa |
| | | Pro clima Solitex Plus |
| | | Pro clima Intelo Plus |
| | | Enkadrain (ajardinada) |
| | | Isolamento |
| | | Pavaroo Pavatex-NBT |
| | | Termex |
| | | Non-itch |
| | | Placa de fibra de madeira |
| | | Insulspan |
| | | Rockwool Loft Blown |
| | | ThermoHemp |
| | | Earthwool FactoryClad |
| | | Foamglass WDS T4 |
| | | Therma roof TR21 |
| | | Igloo celulose |
| | | Adesivos |
| | | Prof Orcon clima |
| | | Pro clima Tescon nº1 |
| | Inclinada | Revestimento |
| | | Telha de barro liso |
| | | Telha de betão |
| | | Telha de Ardósia e mica |
| | | Telha Plástico reciclado |
| | | Telha Ardósia reciclada |
| | | Telha de cimento |
| | | Met-tile |
| | | Impermeabilização |

Novos produtos para a reabilitação sustentável de edifícios de habitação

Produtos sustentáveis / ecológicos

| | | |
|--------------------|------------|----------------------------|
| | | Pro clima Solitex Plus |
| | | Pro clima Intelo Plus |
| | | Isolamento |
| | | Foamglass WDS T4 |
| | | Insulspan |
| | | Placa de fibra de madeira |
| | | Lã de vidro (reciclado) |
| | | Termex |
| | | Igloo celulose |
| | | ThermoHemp |
| | | Adesivos |
| | | Prof Orcon clima |
| | | Pro clima Tescon nº1 |
| Equipamento | Porta | Exteriores e Interiores |
| | | Porta Ecoplus |
| | | Porta Ecopassiv |
| | | Porta ENERSign (vidro) |
| | Janela | |
| | | Janela Ecoplus |
| | | Janela Ecopassiv |
| | | Janela ENERSign |
| | | Vidro selado com argon |
| | | Adesivo |
| | Sanitário | WC |
| | | Torneira eficiente |
| | | Chuveiro eficiente |
| | | Sanita eficiente |
| | Iluminação | Componentes |
| | | Tubo de dom |
| | | Ilum SY MK1 |
| | | Casquilho de baixa energia |

5.5. Síntese

A sustentabilidade encontra-se em vários pontos num ciclo de reabilitação de edifícios de habitação, sendo na fase de projecto e na fase de construção um dos vários pontos essenciais.

Através desta lista de produtos, realizada nesta dissertação, podemos definir a escolha por produtos para a reabilitação, ficando com soluções mais realistas nas melhorias ambientais, funcionais e económicas que estes novos produtos possam gerar, comparativamente com os produtos correntemente utilizados na construção.

Na fase de projecto a escolha por produtos pode-se encontrar numa checklist de reabilitação, resolvendo desta forma as anomalias encontradas através de soluções onde incluem produtos sustentáveis, e/ou numa lista de produtos que se possam utilizar ao longo da composição de um edifício.

A lista de produtos sustentáveis também pode ser usada durante a fase de construção, pois muitas das vezes podem surgir contratempos que obriguem pela escolha de outros produtos compatíveis com os que estavam inicialmente projectados, mantendo deste modo a sustentabilidade requerida.

Estes novos produtos conseguem ser realmente mais sustentáveis, pois através de cálculos é demonstrado que estes produtos geram melhores desempenhos ambientais, funcionais e económicos relativamente com os produtos tradicionalmente utilizados na construção civil.

Nesta dissertação foi demonstrado que a escolha por um sistema construtivo composto por produtos verdes pode ser mais sustentável, ou seja, para além bom aspecto ambiental que este proporciona, também desenvolve bons aspectos funcionais e económicos para o edificado habitacional.

Nos casos apresentados nesta dissertação, a intervenção ligeira de reabilitação numa laje de um edifício pode-se gerar melhores desempenhos funcionais e ambientais através de produtos verdes, no entanto deve-se ter em conta o aspecto económico que este gera, como é verificado na alteração de um edifício que contenha uma laje¹, para uma laje com melhores índices de resistência sonora e térmica como é a laje³.

Mesmo assim esta situação pode variar para outras obras de reabilitação, consoante o tipo de intervenção desejada, ou a funcionalidade requerida à laje e também consoante o local em que

esta está inserida, podendo assim modificar os aspectos ambientais, funcionais e económicos estudados para o mesmo sistema construtivo.

No caso das paredes estudadas que possam compor um edifício, verificou-se que para uma intervenção grande de reabilitação, consegue-se obter bons resultados em termos ambientais, funcionais e económicos através da escolha por produtos verdes, aumentando deste modo a sustentabilidade do edificado, em que este antes da intervenção fosse composto por paredes do tipo da parede1 para ser do tipo da parede6.

Mais uma vez esta situação pode-se alterar consoante a necessidade, funcionalidade e a localização da obra em questão, porque um dado produto pode ser mais caro e/ou poluente para um dado local como também pode não ser compatível com os materiais existentes, piorando as características mecânicas, físicas e químicas do sistema construtivo.

Deste modo um projectista e/ou director de obra têm de ter a consciência do porquê, aonde e quando estes produtos sustentáveis possam ser definidos para um dado tipo de intervenção de reabilitação, pois esta consegue ser por vezes muito complexa, devido às diferenças existenciais nas variadíssimas obras de reabilitação.

6. Conclusões

O estado da reabilitação em Portugal não é o mais favorável em comparação com certos países da União Europeia, no entanto, é um sector em expansão em termos de mercado relativamente à construção nova, principalmente no que concerne ao sector habitacional, devido a diversos factores existenciais na economia e cultural do país.

Não só em Portugal como em todo o mundo, a população está a sentir a mudança do Planeta Terra, muito devido à “evolução” ao longo dos tempos, acarretando esta, enormes encargos e consequências ambientais, económicas e culturais.

Faz então todo o sentido a reflexão sobre o tema da reabilitação sustentável, visando dois temas cada vez mais importantes no quotidiano de um país. Assim são correspondidas as necessidades da população através de conceitos e práticas sustentáveis que viabilizam a melhoria ambiental e económica.

É manifesto as dificuldades que uma reabilitação traz consigo, por causa da diversificação do tipo de obras, pois cada caso é um caso, ou seja, nem sempre a mesma anomalia tem a mesma causa, sendo então necessário um estudo muito consiso sobre a situação da obra a efectuar, ou então mudam as necessidades dos diversos donos de obra. Entretanto a concepção da sustentabilidade numa obra também é por sua vez complicada, devido à diversificidade da localização das obras, de produtos, de donos de obra, de utilizadores e de questões do foro financeiro.

Com isto, todos os intervenientes, ao longo de todas as fases de uma reabilitação, devem ter consciência e bom senso nas suas escolhas e acções, de modo a que a sua intervenção seja o mais sustentável possível correspondendo, portanto, às necessidades do meio ambiente e da população.

A fase de projecto é uma das fases mais importantes na concepção da sustentabilidade, porque é quando se define os produtos e métodos construtivos a utilizar na obra, limitando deste modo, a sustentabilidade antes, durante e depois da realização da mesma.

Então a definição dos produtos a utilizar numa reabilitação habitacional, é uma actividade importante para o almejo da sustentabilidade, sendo vital o conhecimento de quais os produtos serão mais sustentáveis para cada obra.

Elaborou-se uma pesquisa de produtos “verdes” os quais foram comparados com produtos correntemente utilizados nos dias actuais, sendo demonstrada alguns pontos do que constitui a sustentabilidade, como por exemplo, a sua constituição e do ciclo de vida que cada um possa conter (ver página 71).

A pesquisa não teve em conta os aspectos financeiros, pois como já referido, este pode variar consoante a localização e as necessidades das diversas obras, deixando então, este encargo ao projectista, tornando-o responsável pela ponderação de qual o produto mais sustentável para a obra em questão.

A sustentabilidade dos produtos também foi comprovada através de um método de comparação de sistemas construtivos (MARSC-SC), e como a actividade de reabilitação de edifícios não é só reconstruir o edificado, mas sim, melhorar as exigências funcionais de habitação (ver página 39), e nesta presente dissertação, foi demonstrada que se consegue chegar com bons resultados em termos de desempenho funcional através de produtos ecológicos, mantendo um bom desempenho ambiental (ver página 94). E no caso da reconstrução de elementos de um edifício de habitação é demonstrada que a escolha por um sistema construtivo que engloba produtos “verdes”, pode ser mais sustentável, obtendo assim uma “nota sustentável” superior aos dos sistemas comuns. Em certos casos estes sistemas que englobam produtos ecológicos, podem conter melhores desempenhos ambientais e funcionais, praticamente com o mesmo custo financeiro de construção que o sistema corrente (ver página 99).

É de foro comum que uma obra deve muitas das vezes ser o mais célere possível de modo a que esta seja menos onerosa, e no caso da reabilitação, uma das maneiras é tornar o processo de projecto menos demoroso, é a criação de uma checklist que contenha algumas anomalias/causas conhecidas, e por sua vez com a solução correspondente desejada. Nesta presente dissertação optou-se por demonstrar a metodologia de criação de uma checklist, onde esta enunciava quais os produtos sustentáveis aconselhados para cada tipo de intervenção a realizar (ver página 100).

Na presente dissertação concluiu-se uma lista extensa de produtos sustentáveis/ecológicos de modo a que um projectista/director de obra, fique com o conhecimento da existência dos mesmos, para os vários elementos a reabilitar num edifício de habitação (ver página 103).

7. Desenvolvimentos futuros

A presente dissertação teve como objectivo o reconhecimento de produtos que sejam sustentáveis/ecológicos, e ao mesmo tempo, uma solução viável à resolução das principais anomalias e às necessidades do edificado habitacional.

Considerando este reconhecimento uma parte importante para a reabilitação de edifícios é proposto a continuação da investigação do conhecimento sobre mais produtos sustentáveis, tornando assim cada vez mais extenso o conhecimento dos demais, possibilitando então, aos vários intervenientes das obras, um maior número de soluções sustentáveis.

Outro assunto que também será útil ao sector da engenharia civil é o estudo mais pormenorizado de vários sistemas construtivos utilizados na composição dos edifícios. A comparação dos diversos sistemas devem ter em causa a diferenciação dos mesmos e em cada sistema compô-lo com diferentes produtos, estudando assim a sustentabilidade do sistema dos diversos sistemas existentes e como melhora-los, de modo a que a escolha seja a mais sustentável.

Por último, a criação da checklist de reabilitação apresentada é uma matéria importante, pois esta é uma solução que poderá ser muito rentável em variadíssimas obras, diminuindo o tempo de escolha de produtos e acções a realizar consoante o tipo de obra que o dono de obra desejar. Esta pode ser feita preenchida de duas maneiras na lista de soluções, ou seja, consoante o tipo de intervenção pode enumerar quais os produtos sustentáveis a utilizar ou explicitar as acções a realizar e ao mesmo tempo indicando os produtos necessários, dando primazia à utilização de produtos sustentáveis.

8. Bibliografia

- [1]. **Tzu, Sun.** *A Arte da Guerra*. Brasil : Instituto Moreira Necho. Projecto E-book livre (<http://www.imn.com.br/ebooks>).
- [2]. **Cardoso, António J.M. e Cairrão, Álvaro Miguel da Costa L.** *Os jovens universitários e o consumo sustentável. A sua influência na compra de produtos ecológicos*. Lisboa : Edições Universidade Fernando Pessoa, 2007. 1646-0499.
- [3]. **Bronn, P.S. e Vrioni, A.B.** *Corporate Social Responsibility and Cause-related Marketing: An Overview*. s.l. : International Journal of Advertising, 2001. Vol. 20.
- [4]. **Lawn, Philip.** *Sustainable Development Indicators in Ecological Economics*. Cheltenham : Edward Elgar Publishing Limited, 2006. ISBN-13: 978 84542 099 4.
- [5]. **Cóias, Vítor.** *Reabilitação: a melhor via para a construção sustentável*. Lisboa : s.n., 2007.
- [6]. **Martins, Nuno.** *Arquitectura e ambiente amigos para sempre*. *Scribd*. [Online] 17 de Março de 2009. [Citação: 5 de Abril de 2010.] <http://www.scribd.com/doc/13345510/artigoConstrucao-Sustentavel>.
- [7]. **Eires, Rute M. G.** *Materiais não convencionais para uma construção sustentável*. Minho : Universidade do Minho, 2006.
- [8]. **FEPICOP.** *Balanço do ano de 2009 e expectativas para 2010*. Porto : FEPICOP, 2009.
- [9]. **Tavares, Luís V.** *A engenharia e a Tecnologia ao Serviço do Desenvolvimento de Portugal*. Lisboa : Editorial Verbo, 2000. ISBN 972-22-2024-1-120111.
- [10]. **Baganha, Maria I., Marques, José C. e Góis, Pedro.** *O Sector da Construção Civil e Obras Públicas em Portugal 1999-2000*. 2000.
- [11]. **INE.** *Estatística da Construção e habitação 2008*. *INE, Institute Nacional de Estatística*. [Online] 2009. [Citação: 3 de Abril de 2010.] http://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_publicacoes&PUBLICACOESpub_boui=71447835&PUBLICACOESmodo=2. ISBN : 978-989-25-0017-1.

- [12]. **Pereira, Patrícia I.** *Construção Sustentável : o desafio*. Porto : Universidade Fernando Pessoa, Biblioteca digital, 2009. <http://hdl.handle.net/10284/1202>.
- [13]. **ITIC, Instituto Técnico para a Indústria da construção.** *SCE - Oportunidades para o sector da construção*. s.l. : ITIC, 2008.
- [14]. **Resolução do Conselho de Ministros, nº 80/2008 de 20-05-2008.** ANEXO - Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética - Portugal Eficiência 2015. *BDJUR - Base de Dados Jurídica Almedina*. [Online] 25 de Maio de 2008. [Citação: 18 de Abril de 2010.] http://bdjur.almedina.net/item.php?field=node_id&value=1318253.
- [15]. **Mateus, R.** *Novas Tecnologias Construtivas com vista à Sustentabilidade da Construção*. Minho : Universidade do Minho, 2004. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Civil.
- [16]. **Pinheiro, M. D.** *Ambiente e Construção Sustentável*. Amadora : Agência Portuguesa do Ambiente/Instituto do Ambiente, 2006.
- [17]. World Population Clock. [Online] 2009. [Citação: 11 de Agosto de 2009.] <http://www.prb.org/Articles/2009/worldpopulationclock2009.aspx..>
- [18]. **Mattos, Eduardo S.** *Desenvolvimento Sustentável: uma análise histórica*. Curitiba : s.n., 2008. Vol. 1.
- [19]. **Ferreira, Carlos.** *Construção Nova, Reabilitação de Edifícios e Construção Sustentável*. Porto : s.n., 2009.
- [20]. **Librelotto, Diógenes e Jalali, Said.** *Aplicação de uma Ferramenta de Análise do ciclo de Vida em Edificações Residenciais - Estudos de caso*. Guimarães : Universidade do Minho, 2008. Vol. 30.
- [21]. **Brito, Eurisko M. - Estudo, Projectos e Consultoria, S.A.** *Manutenção - Manual Pedagógico PRONACI*. s.l. : Associação Empresarial de Portugal, 2003.
- [22]. **Baptista, Luís S. e Melâneo, Paula.** *Perspectivas Críticas*. Bimestral. 2010. Vol. 79.
- [23]. **Peet, J. e Peet, K.** *POVERTIES AND SATISFIERS: A SYSTEMS LOOK AT HUMAN NEEDS*. 87 Soleares Avenue, Christchurch, New Zealand : s.n., 1998.
- [24]. **Pinheiro, M. D.** *Construção Sustentável - Mito ou Realidade?* Lisboa : s.n., 2003.

- [25]. **Corrêa, Lásaro R.** Sustentabilidade na construção civil. *Scribd*. [Online] Janeiro de 2009. [Citação: 5 de Abril de 2010.] <http://www.scribd.com/doc/21264945/Sustentabilidade-Na-Constru-E7-E3o-CivilL>.
- [26]. **Jacobi, Pedro R.** *Educação Ambiental: o desafio da construção de um pensamento crítico, complexo e reflexivo*. São Palo : s.n., 2005. Vol. 31.
- [27]. **Moura, Jorge.** Sustentabilidade: a nova religião. *Arquitectura & Construção*. Bimestral, 2010, Vol. 59.
- [28]. **Gomes, Ricardo.** 2010 "não se advinha fácil". *Arte & Construção*. Bimestral, 2010, Vol. 223.
- [29]. **Bragança, L. e Mateus, R.** Sustentabilidade de Soluções Construtivas. *RepositoriUM*. [Online] 2006. [Citação: 5 de Abril de 2010.] <http://hdl.handle.net/1822/6891>.
- [30]. **Coelho, Luiza.** 3 R's, 4 R's e 5 R's. *Licenciamento Ambiental*. [Online] [Citação: 17 de Abril de 2010.] <http://www.licenciamentoambiental.eng.br/3-rs-4-rs-e-5-rs/>.
- [31]. **Maia, Francisco.** Retrofit é uma boa opção? [Online] [Citação: 13 de Julho de 2004.] www.luisdegarrido.com.
- [32]. **Cianciardi, Glaucus, Monteiro, Renata Z. e Bruna, Gilda C.** *Parâmetros de Sustentabilidade Ecológicos na Recuperação, Manutenção e Restauração de Edifícios*. São Paulo : Centro Universitário Belas Artes.
- [33]. **Boff, Leonardo.** *Saber cuidar: ética do humano: compaixão pela terra*. Petrópolis : Vozes, 2001.
- [34]. **Lanzinha, João C.G., et al.** Metodologia de Diagnóstico Exigencial Aplicada à Reabilitação de Edifícios de Habitação. *C-made*. [Online] [Citação: 11 de Abril de 2010.] http://www.cmade.ubi.pt/pdf/a_national_conferences/Metodologia%20de%20Diagnóstico%20Exigencial%20Aplicada%20à%20Reabilitação%20de%20Edifícios%20de%20Habitação.pdf.
- [35]. **Lanzinha, J.C., Freitas, V.P. e Castro Gomes, J.** Metodologia de Diagnóstico e Intervenção na Reabilitação de Edifícios. *C-Made*. [Online] 2001. [Citação: 12 de Abril de 2000.] <http://www.c->

made.ubi.pt/pdf/a_national_conferences/Artigo%20reabilitação%20condensado%20010713.pdf.

[36]. **Leitão, D. e Almeida, M.** *Metodologia de Apoio à Decisão em intervenções de Reabilitação*. Porto : s.n., 2004. ISBN: 972-20-2836-7.

[37]. **Araújo, Márcio A.** A Moderna Construção Sustentável. *idhea*. [Online] [Citação: 13 de Abril de 2010.] <http://www.idhea.com.br/pdf/moderna.pdf>.

[38]. **INE** *Retrato Territorial de Portugal 2007*. Lisboa : Instituto Nacional de Estatística, I.P., 2009. ISBN: 978-972-673-911-1.

[39]. **Broto, Carles.** *Enciclopèdia Broto de Patologies de la Construcció - TOMO 1, Conceptos Generales y Fundamentos*. Barcelona, Espanha : Links Barcelona, 2005. ISBN: 9788489861954.

[40]. **André, António M.** *Construção e Processos - Patologias na Construção*. 2009.

[41]. **Henriques, Fernando M.A.** *Humidade em Paredes*. Lisboa : LNEC, 1995.

[42]. **Pedro, João A.** *Definição e Avaliação da Qualidade Arquitectónica Habitacional*. Lisboa : Faculdade de Arquitectura da Universidade do Porto, 2000. Tese de Doutoramento.

[43]. **LNEC, Laboratório Nacional de Engenharia Civil.** *Recomendações para a elaboração das especificações de comportamento*. Lisboa : LNEC, 1979.

[44]. **Canha da Piedade, António.** *Exigências Funcionais 1ª Parte- versão provisória. In "Apontamentos do mestrado em construção de edifícios do IST"*. Lisboa : Associação de Estudantes do IST, 1986.

[45]. **Cabrita, A. Reis e Alho, Coelho.** *Reabilitação de Edifícios de Habitação*. Lisboa : LNEC, 1987. (Relatório 118/87 - NA).

[46]. **Coelho, A. Baptista.** *Análise e avaliação da qualidade arquitectónica residencial*. Lisboa : LNEC, 1993. Vols. I - Área de estudo e seus antecedentes, apresentação da análise proposta, Tese apresentada a concurso para acesso à categoria de Investigador Auxiliar e para obtenção do grau de especialista (Procº86/13/10787).

[47]. **Amado, M. P., Júlia, A. J. e Santos, C. V.** *O Processo na Construção Sustentável*. Lisboa : Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.

- [48]. **Águas, Miguel P. N.** *Conforto Térmico*. Lisboa : IST, 2000.
- [49]. **Bragança, L, Almeida, M. e Mateus, R.** *State of the Art: Portugal*. Guimarães : IOS Press, 2007. ISBN: 978-1-58603-734-5.
- [50]. **Pereira, Sandra, Vieira, José B. e Paiva, Anabela.** Definição de Aspectos a Certificarem Edifícios de Habitação em Trás-os-Montes e Douro. [Online] [Citação: 26 de Abril de 2010.] http://www.espigueiro.pt/observatorio_construcao/pt/publicacoes/documentos/Microsoft%20Word%20-%20comunicacao230704.doc.pdf.
- [51]. **Paiva, A., Faustino, J. e Vieira, J.** *Caracterização de ocorrência de patologias em edifícios de habitação em Trás-os-Montes e Alto Douro*. Lisboa : s.n., 2001. Congresso Nacional de Construção, IST - pp 633-640, Depósito Legal nº 173 942/01.
- [52]. **Paiva, A., Faustino, J. e Vieira, J.** *Certificação de edifícios de habitação em Trás-os-Montes e Alto Douro*. s.l.: APAE, 2000. 3º Congresso Internacional de avaliação do Imobiliário, da Construção e Empresas .
- [53]. **Pereira, S., et al.** *Patologias em edifícios de habitação - a cidade de Vila Real*. Porto : s.n., 2003. PATORREB 2003: 1º Encontro nacional sobre a patologiae a reabilitação de edifícios, FEUP.
- [54]. **Pereira, S.** *Levantamento dos principais aspectos que influenciam a qualidade dos edifícios de habitação em TMAD*. Vila Real : UTAD, 2004. Dissertação de Mestrado em Tecnologias de Engenharia.
- [55]. **Rodgers, Ana Rita P. e Erkelens, Jouke P. P.** 2.º Encontro Nacinal sobre Pologia e reabilitação de Edifícios. [Online] [Citação: 20 de Abril de 2010.] <http://alexandria.tue.nl/openaccess/Metis211083.pdf>.
- [56]. **Bragança, L.** *Princípios de desenho e metodologias de avaliação da sustentabilidade das construções*. Guimarães : s.n., 2005.
- [57]. **Mateus, R. e Bragança, L.** *Tecnologias Construtivas para a Sustentabilidade da Construção*. Porto : Prometeu, 2006. ISBN: 978-989-95194-1-1.

- [58]. **Zimmermann, M. e Althaus, H. J., hass, A.** Benchmarks for sustainable constrution - A contribution to develop a standard. *Energy and Buildings*. 2005, Vol. 37, pp. 1147-1157.
- [59]. **Pinheiro, M. D.** *Ambiente e Construção Sustentável*. Lisboa : Instituto do Ambiente, 2006. ISBN: 972-8577-32-X.
- [60]. **Vanega, Jorge A., DuBose, Jennifer R. e Pearce, Annie R.** Sustainable Technologies for the Building Construction Industry. [Online] [Citação: 27 de Abril de 2010.] http://web.mac.com/urbangenesi/iWeb/Products/Publications_files/DGEPaper-CP001.pdf.
- [61]. **Yeang, Ken.** *El Rascacielos Ecológico*. Barcelona : Gustavo Gili, 2001.
- [62]. **Yudelson, Jerry.** *Green Building A to Z*. Canada : New Society Publishers, 2007. ISBN: 978-0-86571-575-1.
- [63]. **Bâtiment, CIB - Conseil International du.** *Agenda 21 on sustainable construction*. Rotterdam, Holland : CIB Publication, 1999. p. 120. Vol. 237.
- [64]. **Venkatarama Reddy, V.B.** Sustainable building technologies. *SPECIAL SECTION: APPLICATION OF S&T TO RURAL AREAS*. 2004, Vol. 87, NO. 7.
- [65]. **Berge, Bjorn.** *Ecology of Building Materials*. England : Architectural Press, 2000.
- [66]. **Gonçalves, Helder, Joyce, António e Silva, Luís.** *Fórum Energias Renováveis em Portugal - Uma contribuição para os objectivos da política energética e ambiental*. Lisboa : ADENE/INETI, 2002.
- [67]. **AGO, Australian Greenhouse Office.** *Design for Life Style - Techincal Manual*.
- [68]. **Amado, M. P., Lopes, A.C. e Ribeiro, M. R.** *Sustainable Building Process*. Lisboa : Ron Wakefield & Nick Blismas, Livro em CD, 2007. ISBN: 978-921166-68-6.
- [69]. **Amado, M. P.** *Relatório de Candidatura à Concessão de Terrenos em Cacucaco - Angola*. Lisboa : GEOPTU-FCT-UNL, 2009.
- [70]. **Espírito Santo, Hugo M. I. do.** *Procedimentos para uma Certificação da Construção Sustentável*. Lisboa : s.n., 2010. Dissertação apresentada na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil – Reabilitação de Edifícios.

- [71]. **Anink, David, Boonstra, Chiel e Mak, John.** *Handbook of Sustainable Building, an Environmental Preference Method for Selection of Materials for Use in Construction and Refurbishment*. London, UK : James & James Limited, 1996. ISBN: I-873936-38-9.
- [72]. **Spiegel, Ross e Meadows, Dru.** *Green Building Materials, A Guide to Product Selection and Specification*. New York, EUA : John Wiley Sons, Inc, 1999. ISBN: 0-471-29133-1.
- [73]. **Meisel, Ari.** *LEED Material A Resource guide to Green Building*. New York, EUA : Princeton Architectural, 2010. ISBN: 978-1-56898-885-6.
- [74]. **Leitão, D. e Almeida, M.** *Metodologia para a implementação para Check Lists em intervenção de Reabilitação*. Minho : Universidade do Minho, 2004.
- [75]. **Hendriks, Ch. F.** *Durable and Sustainable Construction Materials*. Aeneas : s.n., 2000. p.133.

Anexos

Anexo I

Causas/efeitos que a construção de edifícios envolve na saúde e no ambiente[5][75]

| Fase | Riscos para a saúde e efeitos sobre o ambiente |
|--|--|
| <p>Extracção das matérias-primas para a construção de edifícios</p> <p>Produção de materiais de construção e de elementos estruturais</p> <p>Construção de edifícios</p> <p>Demolição de edifícios (componentes)</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Redução das funções ambientais • Danificação da paisagem e da capacidade de regeneração • Redução das disponibilidades de matérias-primas • Emissão de substâncias nocivas para a saúde ou prejudiciais para o ambiente • Deposição de resíduos • Produção de substâncias nocivas para a saúde ou prejudiciais para o ambiente e destruidoras da camada de ozono • Produção de substâncias nocivas para a saúde ou prejudiciais para o ambiente • Deposição de entulhos • Desperdício de matérias-primas |
| <p>Seleção do local e instalação</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Destruição ou redução do desempenho ambiental da área, por exemplo, a preparação da área para a construção • Perturbação pelos ruídos e odores, segurança máxima • Alteração do clima (CO₂) e acidificação devida ao consumo de energia em transportes, em particular o fluxo/refluxo diário |
| <p>Utilização de edifícios</p> <p>Manutenção e gestão dos edifícios</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Ambiente interior • Alteração do clima (CO₂) e acidificação devida ao consumo de energia para aquecimento • Ataque à camada de ozono, produção de substâncias nocivas para a saúde ou prejudiciais para o ambiente • Deposição de resíduos |

Classificação das exigências funcionais do edifício de habitação [42][43][44][45][46]

| | | |
|-----------------------|--------------------------------|------------------|
| Habitabilidade | Acústico | |
| | Visual | |
| | Táctil | |
| | Mecânico | |
| | Do ar | |
| | Higrotérmico | |
| | Estanquicidade | |
| | Salubridade | |
| Segurança | Estrutural | |
| | Contra incêndio | |
| | No uso normal | |
| | Contra intrusão/agressão/roubo | |
| | Viária | |
| De uso | Adequação espacio-funcional | Capacidade |
| | | Espaciosidade |
| | | Funcionalidade |
| | Articulação | Privacidade |
| | | Convivialidade |
| | | Acessibilidade |
| | | Comunicabilidade |
| | Personalização | Apropriação |
| | | Adaptabilidade |
| Estéticas | Atractividade | |
| | Domesticidade | |
| | Integração | |
| Económicas | | Economia |

Medidas de intervenção ao longo de um processo de reabilitação (adaptado de [68])

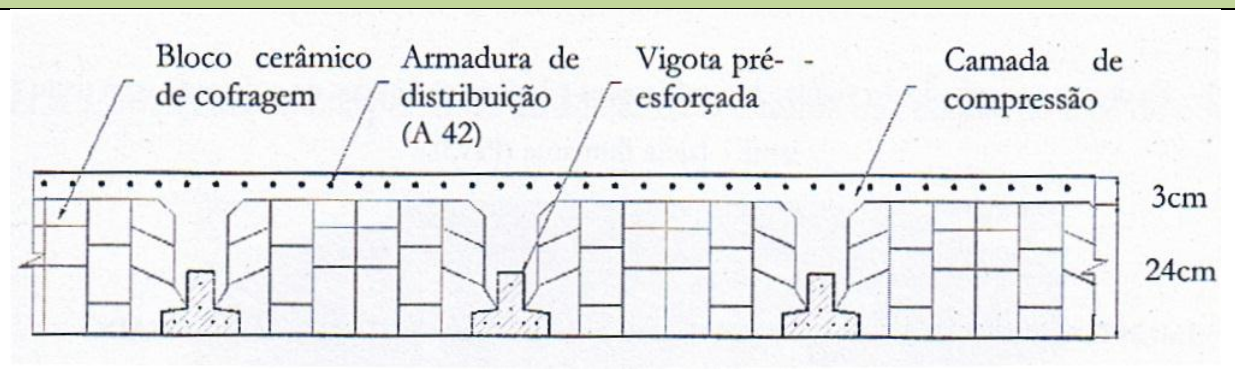
| Fases de Intervenção | Actividade |
|----------------------|--|
| Inspecção | <ul style="list-style-type: none"> • Análise detalhada da construção existente e do meio envolvente • Obtenção de toda a documentação existente do edifício • Observar e documentar as anomalias construtivas e exigências funcionais existentes |
| Projecto | <ul style="list-style-type: none"> • Uso da política dos 4R's • Adopção de soluções passivas para a conservação de energia e conforto ambiental, tais como: <ul style="list-style-type: none"> • Configurar a construção consoante a localização, forma e orientação solar proporcionando um elevado nível de exposição solar (energéticos, térmicos e luz natural) • Construção de orientação e volume da forma, de acordo com o sol, ventos e exposição ao ruído (maximizar a exposição aos ventos de verão) • Sistemas de sombreamento e protecção - passiva e activa • Ventilação natural para resfriamento e renovação do ar no interior do edifício • Sistema construtivo que permite ganhos energéticos passivo • Utilização de sistemas e equipamentos que promovam a poupança de energia e água • Construção de espaços adequados e organização funcional de acordo com o número de usuários • Design Inclusivo da construção de espaços melhorando a mobilidade e ergonomia • Sistemas de utilização da água e re-coleta de água pluvial • Selecção de materiais certificados: de alta durabilidade, produção de resíduos e poluição mínima, montagem e manutenção fáceis • Critério de selecção de produtos e materiais de construção: <ul style="list-style-type: none"> • Instalação de painéis fotovoltaicos para iluminação exterior e jardim • Isolamento térmico e acústico exterior • Componentes isolados janela térmica • Instalação de persianas nas janelas portas de madeira para adaptação térmica melhorada, com espaço de ar entre superfícies vidradas e cego • Materiais da superfície exterior de acordo com as características acústicas |

| | |
|-------------------|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> • Colector solar de energia para as águas sanitárias • Sistemas de recolha de águas pluviais e de reutilização para irrigação • Dispositivos de controlo do fluxo da água • Sistemas autónomos de admissão de ar - ventilação natural • As soluções adoptadas devem ser compatíveis com as existentes • Sistema construtivo detalhado e exacta compatibilidade entre as especialidades do projecto |
| Construção | <ul style="list-style-type: none"> • Processo construtivo rigoroso e detalhado: <ul style="list-style-type: none"> • Elaboração da qualidade de fabricação e plano de segurança e manual de construção civil • O controlo rigoroso da execução do plano de fabrico da presente fase • Optimização do processo de construção tecnológica: minimizar, modular, adaptar e informatizar • Rigoroso controlo de execução de construção • Execução dos sistemas de impermeabilização de emergência • Impactes ambientais temporários: <ul style="list-style-type: none"> • Controlar o consumo de energia de sistemas automatizados (de domótica) • Uso de equipamentos com consumo de energia de baixa eficiência e elevado de água • Redução do consumo de obra temporária, reutilizar e reciclar |
| Utilização | <ul style="list-style-type: none"> • Controlo de usos e actividades <ul style="list-style-type: none"> • Utilização dos espaços de acordo com seu projecto prevê o uso • Regulação do fluxo natural de ventilação de acordo com as estações do ano (Verão / Inverno) • Regulamento dos sistemas de protecção solar de acordo com os períodos de maior radiação • Abertura diária das superfícies envidraçadas • Facultar os procedimentos de utilização <ul style="list-style-type: none"> • Manual de utilização |
| Manutenção | <ul style="list-style-type: none"> • Definição de rotinas e procedimentos <ul style="list-style-type: none"> • Manual de construção de acções de manutenção • A manutenção regular da protecção solar e sistemas de ventilação natural • As paredes exteriores do serviço de pintura e reparação regular • Serviço anual dos sistemas de impermeabilização da envolvente exterior • Monitorização do nível e eficiência |

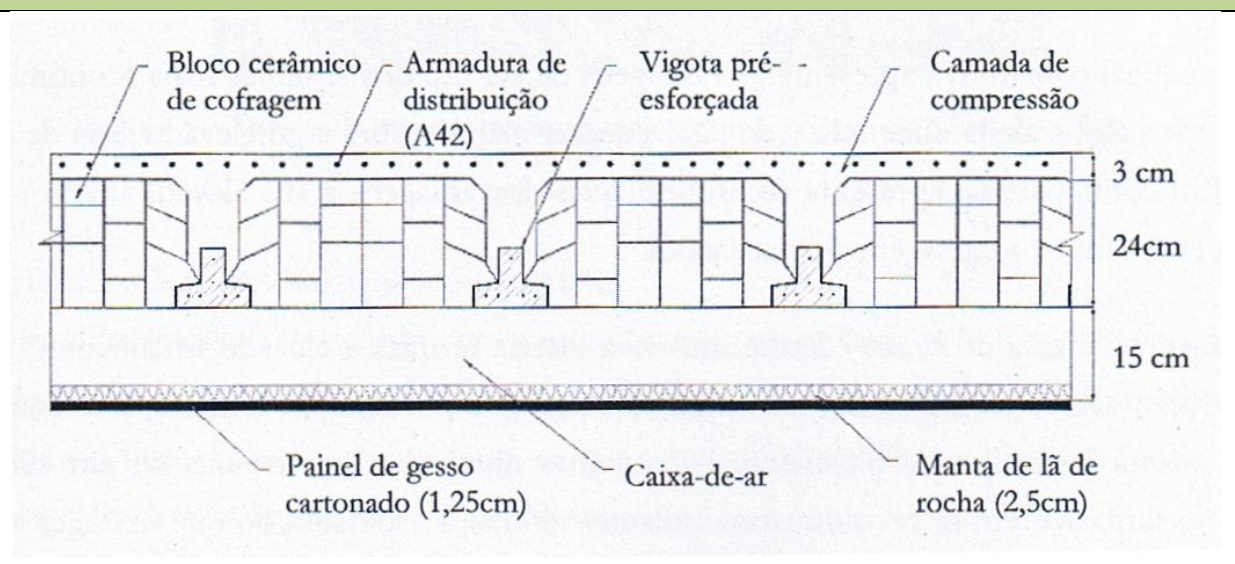
Anexo II

Pormenores Construtivos das Lajes em estudo [57]

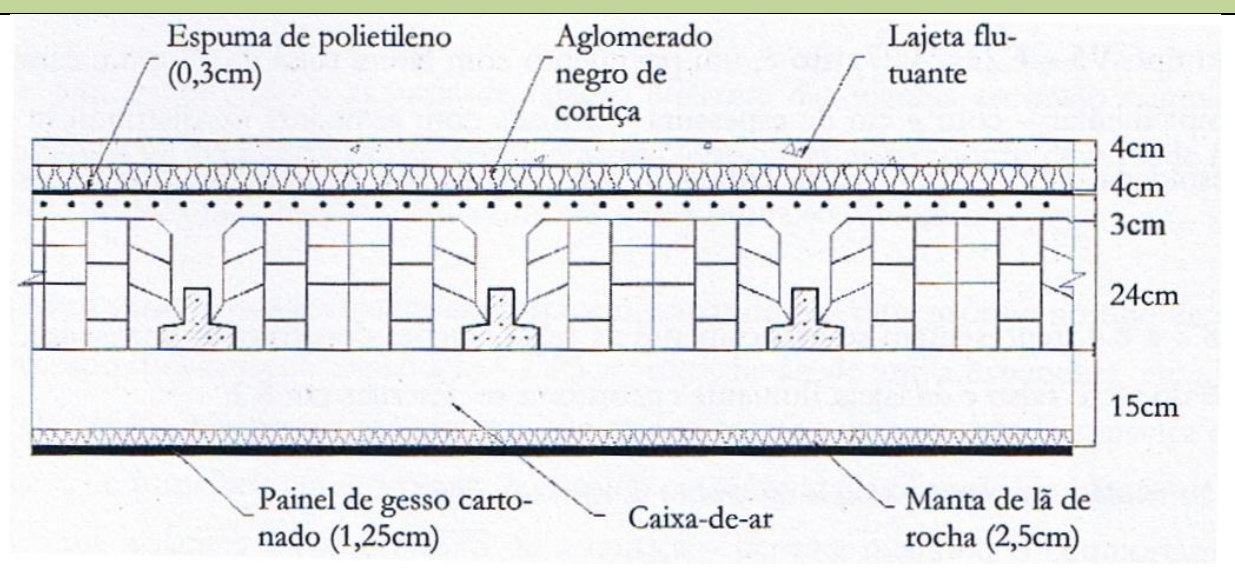
Laje1 - Laje aligeirada sem isolamento



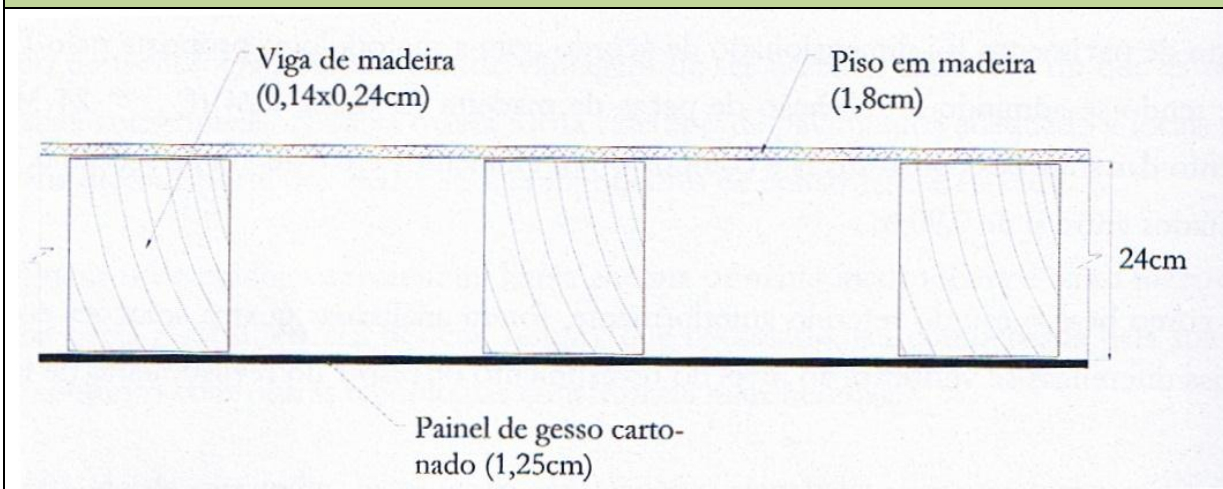
Laje 2 - Laje aligeirada com tecto falso e isolamento no tardo



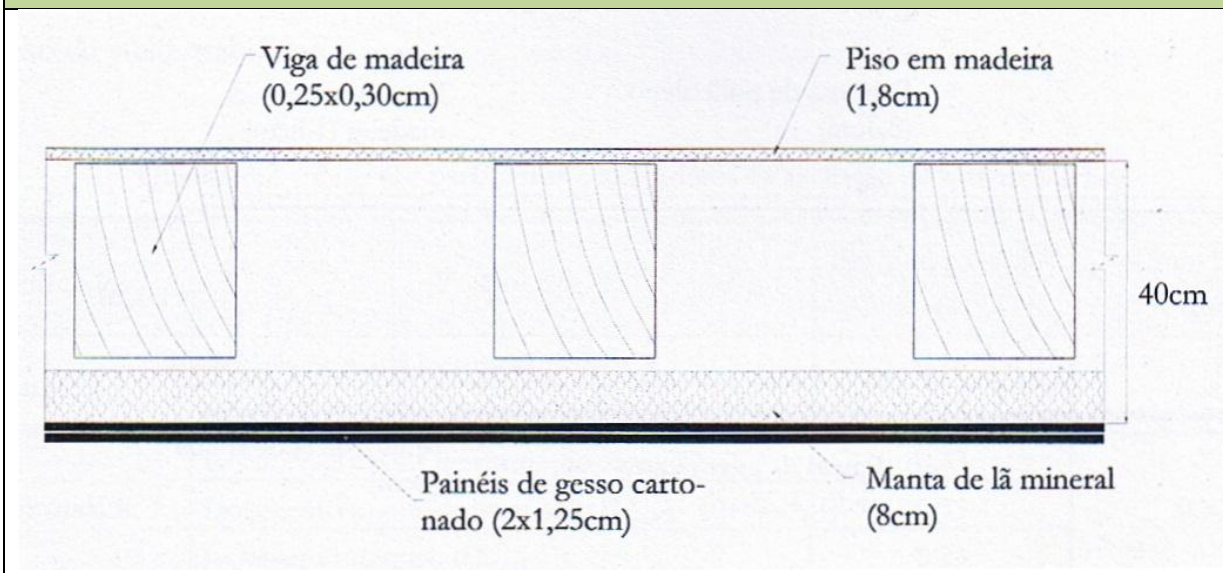
Laje 3 - Laje aligeirada com tecto falso, isolamento e lajeta flutuante



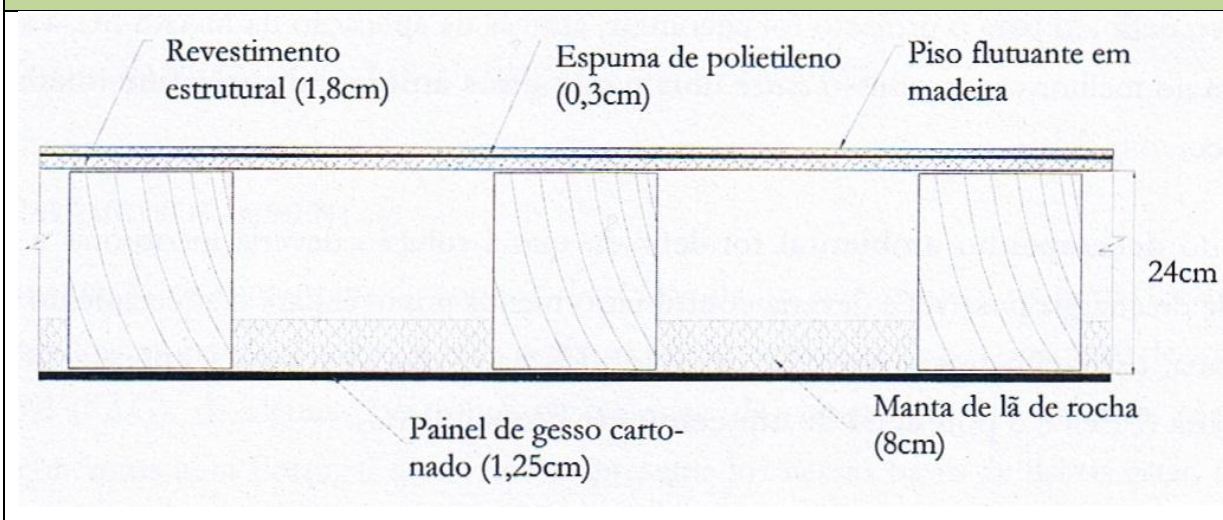
Laje 4 - Laje de estrutura de madeira sem isolamento



Laje 5 - Laje de estrutura de madeira com tecto falso e isolamento

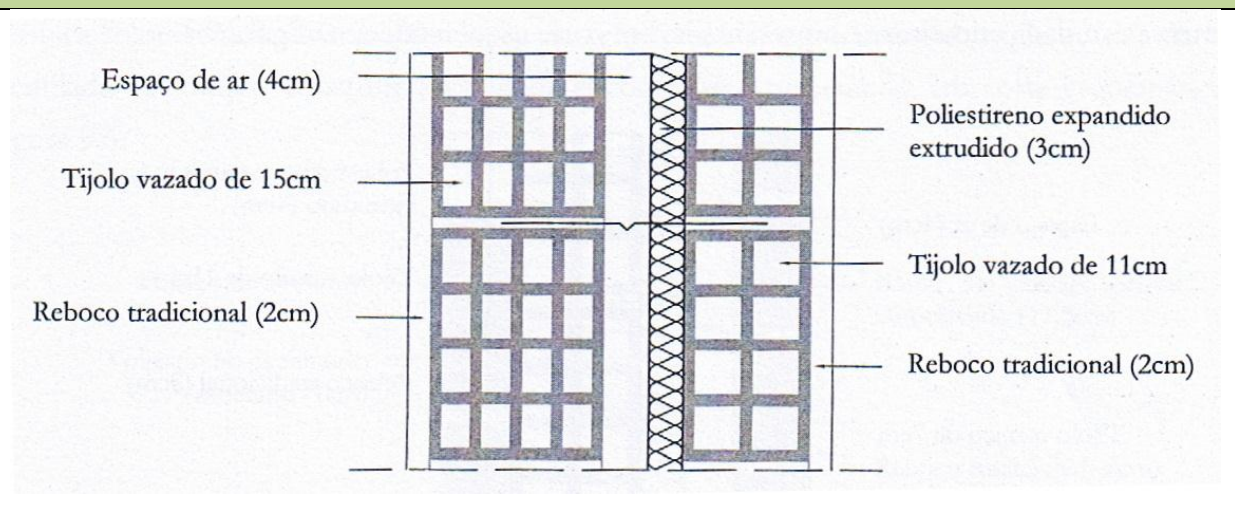


Laje 6 - Laje de estrutura de madeira, isolamento e piso flutuante

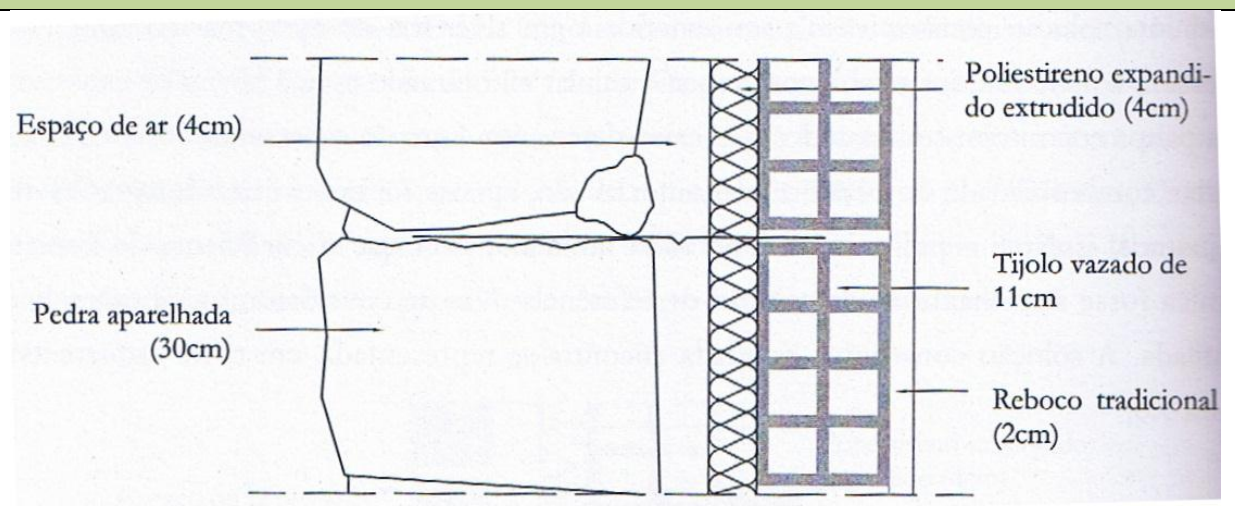


Pormenores Construtivos das paredes em estudo [57]

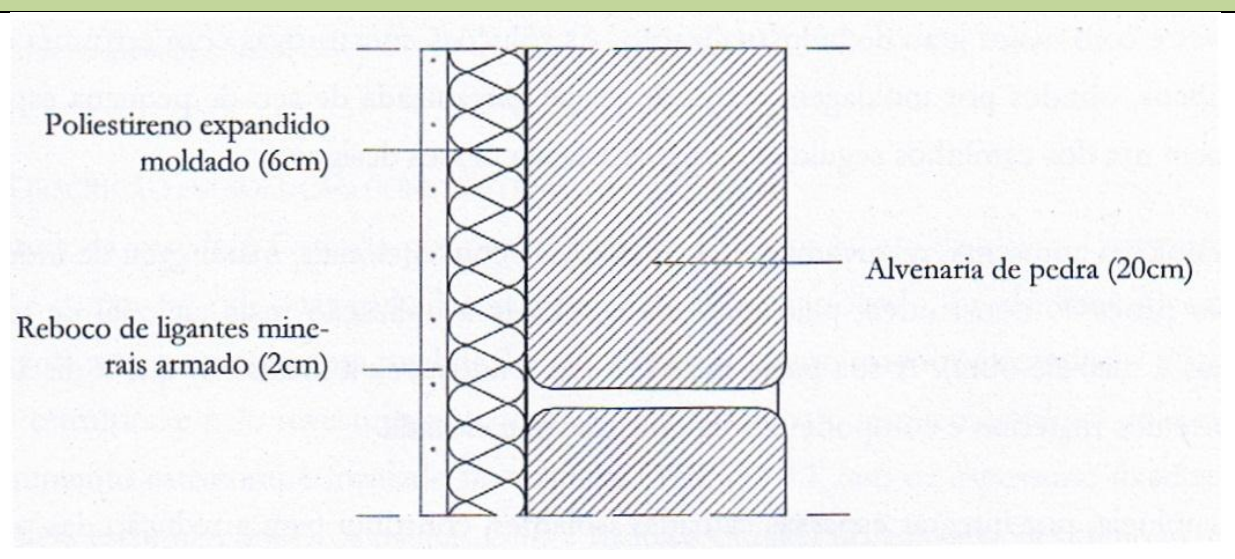
Parede 1 -Referência - Pano duplo de alvenaria de tijolo



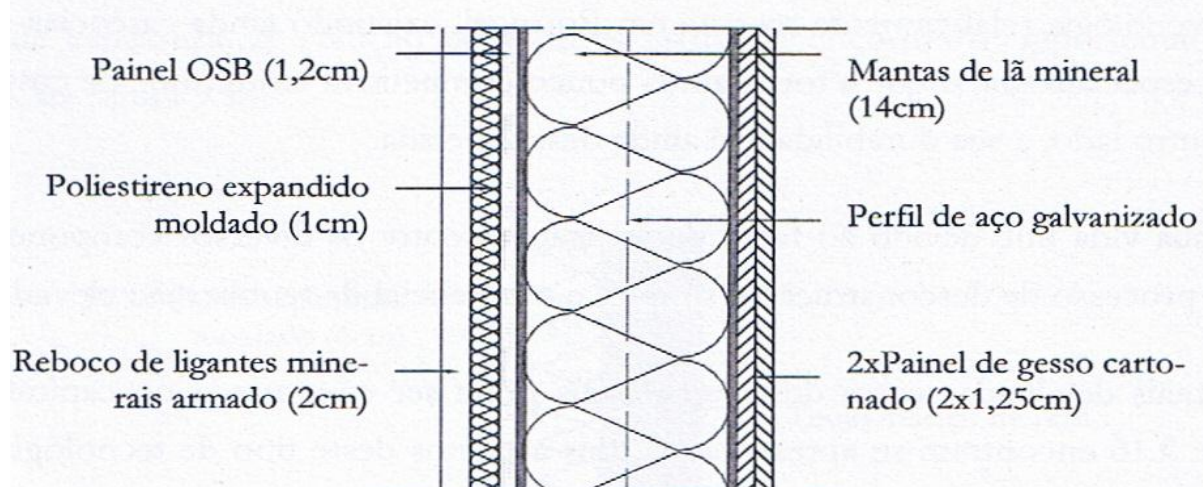
Parede 2 - Pano duplo de alvenaria de tijolo e blocos de pedra



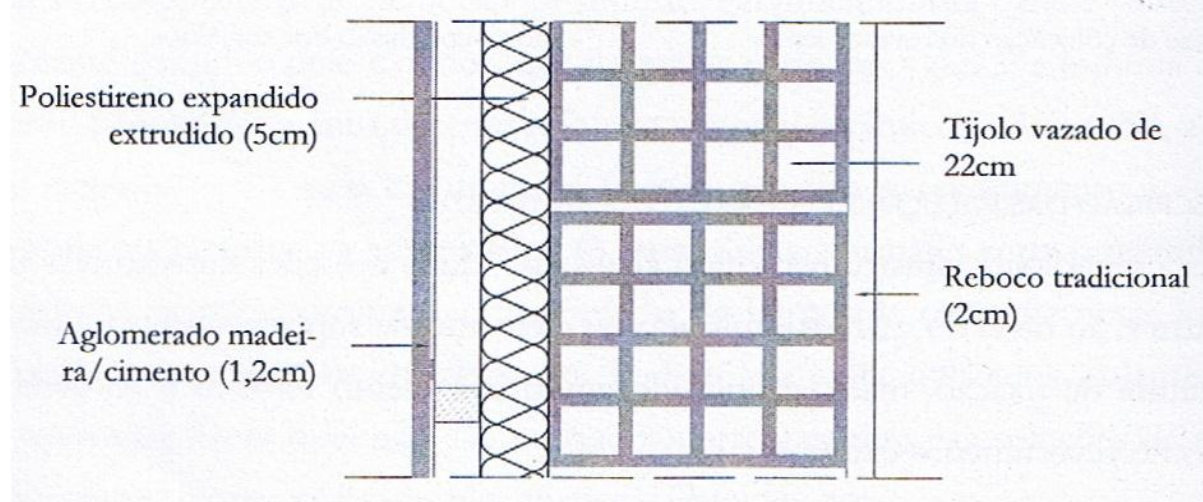
Parede 3 - Pano simples de alvenaria de bloco de pedra



Parede 4 - Estrutura LSF



Parede 5 - Fachada ventilada e alvenaria de tijolo



Parede 6 - Fachada ventilada e alvenaria de adobe

